

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE *Tridax procumbens* USANDO DIMENSÕES LINEARES DO LIMBO FOLIAR¹

Leaf Area Estimation in Tridax procumbens Using Linear Dimensions of the Leaf Blade

BIANCO, S.², PITELLI, R.A.³ e CARVALHO, L.B.⁴

RESUMO - Com o objetivo de obter uma equação que, através de parâmetros lineares dimensionais das folhas, permita a estimativa da área foliar de *Tridax procumbens*, estudaram-se relações entre a área foliar real (Sf) e os parâmetros dimensionais do limbo foliar, como o comprimento ao longo da nervura principal (C) e a largura máxima (L), perpendicular à nervura principal. As equações lineares simples, exponenciais e geométricas obtidas podem ser usadas para estimação da área foliar da erva-de-touro. Do ponto de vista prático, sugere-se optar pela equação linear simples envolvendo o produto C x L, usando-se a equação de regressão $Sf = 0,6008 \times (C \times L)$, que equivale a tomar 60,08% do produto entre o comprimento ao longo da nervura principal e a largura máxima, com um coeficiente de determinação de 0,8731.

Palavras-chave: planta daninha, análise de crescimento, erva-de-touro.

ABSTRACT - The aim of this study was to obtain a mathematical equation to estimate the *Tridax procumbens* leaf area using linear measures of leaf blade. Correlation studies were conducted involving real leaf area (Sf), and leaf length (C), and maximum leaf width (L) and C * L. The linear and geometric equations involving parameter C provided good estimations of leaf area of this weed. From a practical viewpoint, the simple linear equation of the regression model is suggested using the C*L parameter and taking the linear coefficient equal to zero, since it provides the smallest Error of Sum of Squares. Thus, an estimation of *Tridax procumbens* leaf area can be obtained using the equation $Sf = 0.6008 (C*L)$, with a determination coefficient of $R^2 = 0.8731$.

Key words: weeds, growth analysis, *Tridax procumbens*.

INTRODUÇÃO

Tridax procumbens, vulgarmente conhecida por erva-de-touro, é uma planta originária da América Central, tendo se expandido para a América do Sul (Kissmann & Groth, 1999). No Brasil, tem ocorrência muito intensa especialmente na região Centro-Oeste, continuando a avançar para outras regiões.

O fato de florescer e frutificar durante quase todo o ano torna essa planta altamente

agressiva como infestante. No Brasil, sua importância tem crescido rapidamente, sendo uma das invasoras mais comuns nas áreas onde ocorre (Kissmann & Groth, 1999).

Considerando-se a importância dessa planta, há grande necessidade de estudos básicos envolvendo aspectos relacionados a reprodução, crescimento, desenvolvimento, exigências em nutrientes, respostas aos sistemas de controle e outros. Na maioria desses estudos, o conhecimento da área foliar é

¹ Recebido para publicação em 14.1.2004 e na forma revisada em 18.6.2004.

Projeto financiado pela FUNDUNESP.

² Prof. Adjunto do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária – FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP; ³ Prof. Titular. Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária – FCAV/UNESP; ⁴ Acadêmico em Agronomia, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, Bolsista Programa PIBIC.



fundamental, pois é talvez o mais importante parâmetro na avaliação do crescimento vegetal. É um das características mais difíceis de serem mensuradas, porque normalmente requer equipamentos caros ou técnicas destrutivas, como comentam Bianco et al. (1983).

Existem vários métodos para se medir a área foliar com boa precisão, sendo classificados em destrutivos e não-destrutivos, diretos ou indiretos Marshall (1968). A importância de utilizar um método não destrutivo é que ele permite acompanhar o crescimento e a expansão foliar da mesma planta até o final do ciclo ou do ensaio, além de ser rápido e preciso. Assim, a área foliar pode ser estimada utilizando-se parâmetros dimensionais de folhas, os quais apresentam boas correlações com a superfície foliar. Um dos métodos não destrutivos mais utilizados é a estimativa da área foliar por meio de equações de regressão entre a área foliar real (Sf) e os parâmetros dimensionais lineares das folhas. Este método já foi utilizado com sucesso para plantas cultivadas, como abóbora (Silva et al., 1998), videira em cultivar Niagara Rosada (Pedro Júnior et al., 1986) e para plantas daninhas, como *Wissadula subpeltata* (Bianco et al., 1983), *Senna obtusifolia* (Peressin et al., 1984), *Amaranthus retroflexus* (Bianco et al., 1995), *Richardia brasiliensis* (Rosseto et al., 1997), *Solanum americanum* (Tofoli et al., 1998b), *Cissampelos glaberrima* (Bianco et al., 2002) e *Typha latifolia* (Bianco et al., 2003).

O presente trabalho teve como objetivo determinar uma equação adequada para estimar a área foliar da erva-de-touro (*Tridax procumbens*) por intermédio de medidas lineares de seus limbos foliares.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados 200 limbos foliares de *T. procumbens*, sujeitos às mais diversas condições ecológicas em que a espécie pode ocorrer, considerando todas as folhas das plantas, desde que não apresentassem deformações oriundas de fatores externos, como pragas, moléstias e granizo. Na fase de coleta dos dados no campo, foram coletadas de 10 a 20 folhas de diferentes plantas, as quais eram levadas ao laboratório, para determinação do comprimento do limbo foliar ao longo da

nervura principal (C) e da largura máxima do limbo foliar (L) perpendicular à nervura principal. A seguir, suas áreas foliares reais (Sf) foram determinadas com a utilização do aparelho "Portable Area Meter" Licor Mod. L1 - 3000.

Para escolha de uma equação que pudesse representar a área foliar em função das dimensões foliares, procedeu-se a estudos de regressão, utilizando as seguintes equações: linear $Y = a + bx$; linear pela origem $Y = bx$, geométrica $Y = ax^b$ e exponencial $Y = ab^x$. O valor Y estimou a área foliar do limbo foliar em função de X, cujos valores podem ser o comprimento (C), a largura (L) ou o produto (C x L). No caso de X igual ao (C x L), estimou-se também a equação linear passando pela origem, o que praticamente significou supor que a área é proporcional a um retângulo (C x L). Todas as equações utilizadas são lineares ou linearizáveis por transformação, de modo que os ajustes foram feitos a partir de retas. Para realizar as comparações entre os modelos, foram obtidas as somas de quadrados das diferenças entre os valores observados e os preditos pelos modelos, o que foi denominado soma de quadrados do resíduo. No caso dos modelos com transformação (geométrica e exponencial), foi feito o retorno para a escala original e, após isso, obtidas as referidas somas de quadrados do resíduo. A melhor equação foi a que apresentou a menor soma de quadrados do resíduo na escala real (sem transformação).

Os coeficientes de determinação são os obtidos com as variáveis de trabalho X e Y, caso linear; logaritmo de Y e logaritmo de X, no caso geométrico; e logaritmo de Y e X, no caso exponencial. O número de graus de liberdade é o número de folhas analisadas, menos o número de parâmetros estimados para cada modelo. Para testar o acréscimo de soma de quadrados do resíduo do modelo passando pela origem, em relação ao modelo com intercepto, utilizou-se o teste F condicional: $F = (SQRes. (0,0) - SQRes. CL) / SQRes. CL/GL$, com 1 e 2 GL (graus de liberdade), em que GL é o número de folhas menos 2 (Mead & Curnow, 1983; Neter & Wasserman, 1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de regressão efetuados, relacionando a área foliar real (Sf) e as

medidas lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto do comprimento pela largura da folha (C x L), estão na Tabela 1. Todas as equações apresentadas permitiram obter estimativas satisfatórias da área foliar de *T. procumbens*, com coeficientes de determinação acima de 0,80, indicando que 80% das variações observadas na área foliar foram explicadas pelas equações obtidas. As equações que representam o produto entre o comprimento e a largura, passando ou não pela origem, não mostraram diferenças significativas quando comparadas entre si; isso foi esperado, visto que a retirada de uma constante não afeta o comportamento dos dados, (Neter & Wasserman, 1974).

Os valores do comprimento (C) das folhas variaram de 2,3 a 6,0 cm, com valores médios de 3,43 cm; já a largura (L) máxima das folhas variou de 1,3 a 3,8 cm, com valores médios de 2,10 cm. Para a área foliar real, os valores variaram entre 2,77 e 12,90 cm², com média de 5,25 cm² (Tabela 2).

A distribuição percentual dos 200 limbos foliares da erva-de-touro em relação às faixas de tamanho está na Tabela 3. Observa-se que 92% da área foliar está relacionada com folhas variando de 2,81cm² a 8,00 cm² de área, indicando que essa planta daninha possui a maioria de suas folhas de tamanho pequeno.

Os maiores valores do coeficiente de determinação e os menores valores da soma de quadrados do resíduo foram observados para as regressões lineares simples entre a área

foliar real e o produto do comprimento pela largura da folha, indicando serem as equações que permitem obter estimativas mais acuradas da área foliar da erva-de-touro (Tabela 1). Nota-se que essas equações apresentaram estimativas do coeficiente de determinação de 0,8731, significando que, da variabilidade total existente na área foliar, 87,31% podem ser explicadas pela regressão linear. A equação linear simples com a reta passando pela origem é a mais recomendada, pois não altera expressivamente a soma de quadrados do resíduo e é de mais fácil utilização do ponto de vista prático. Assim, a estimativa da área foliar da erva-de-touro pode ser feita pela equação $S_f = 0,6008 \times (C \times L)$, que corresponde a 60,08% do produto entre o comprimento e a largura máxima da folha, ou 60,08% da área dada pelo comprimento x largura (Figura 1).

Deve-se ressaltar que houve uma pequena dispersão dos dados em relação à reta obtida, sugerindo que a equação $S_f = 0,6008 \times (C \times L)$ pode representar a área foliar real muito

Tabela 2 - Valores máximos, mínimos e médios do comprimento ao longo da nervura central, largura e área foliar de 200 limbos de *Tridax procumbens*. FCAV/UNESP. Jaboticabal-SP. 2003

Característica	Maior valor	Menor valor	Média
Comprimento (cm)	6,00	2,30	3,43
Largura máxima (cm)	3,80	1,30	2,10
Área foliar (cm ²)	12,90	2,77	5,25

Tabela 1 - Equações de regressão estimadas, coeficientes de determinação, graus de liberdade e somas de quadrados de desvios da regressão da área foliar em função das medidas lineares do limbo foliar de *Tridax procumbens*. FCAV/UNESP. Jaboticabal-SP. 2003

X ^{1/}	Tipo de Equação	Coeficiente de Determinação	GL	S.Q. resíduo	
				(na escala original)	Equação estimada (Sf)
C	linear	0,8549	198	150,3399	-3,5408 + 2,2544C
L	linear	0,8055	198	196,2305	-1,1165 + 3,0222L
CL	linear	0,8731	198	132,7748	1,3887 + 0,4570CL
CL(0,0)	linear	0,8731	199	140,9530	0,6008 x CL
C	geométrica	0,8461	198	145,8005	0,6473 x C ^{1,5207}
L	geométrica	0,8029	198	198,2023	2,2019 x L ^{1,1402}
C	exponencial	0,8029	198	144,0087	1,1201 x 1,4698 ^C
L	exponencial	0,7998	198	198,6904	1,7109 x 1,6683 ^L

^{1/} Medidas lineares: comprimento (C) e largura (L).



Tabela 3 - Distribuição percentual de 200 limbos foliares de *Tridax procumbens* em relação às faixas de tamanho. FCAV/UNESP. Jaboticabal-SP. 2003

Tamanho (cm ²)	(%)
[0,00 - 2,80]	1,0
[2,81 - 4,00]	6,5
[4,01 - 6,00]	9,5
[6,01 - 8,00]	21,5
[8,01 - 10,00]	16,5
[10,01 - 12,00]	20,0
[12,01 - 14,00]	19,0

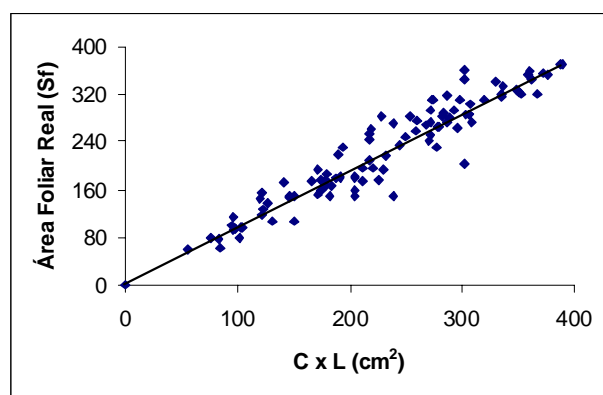


Figura 1 - Representação gráfica da área foliar de *Tridax procumbens* e da equação de regressão indicada para estimativa da área foliar da planta daninha, em função do produto do comprimento (C) pela largura (L) máxima do limbo foliar.

satisfatoriamente (Figura 1), o que, do ponto de vista prático, seria o mais recomendável. O valor obtido é inferior aos observados para *Portulaca oleracea* (Pedrinho Junior et al., 2000) e *Cissampelos glaberrima* (Bianco et al., 2002), porém é superior aos observados para *Amaranthus retroflexus* (Bianco et al., 1995), *Nicandra physaloides* (Bianco et al., 1996), *Raphanus raphanistrum* (Tofoli et al., 1998a), *Solanum americanum* (Tofoli et al., 1998b) e *Acanthospermum hispidum* (Bianco et al., 2001).

LITERATURA CITADA

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 2. *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries. **Planta Daninha**, v. 6, n. 1, p. 21- 24, 1983.

BIANCO, S. et al. Estimativa de área foliar de plantas daninhas. XIII – *Amaranthus retroflexus* L. **Ecossistema**, v. 20, p. 5-9, 1995.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; SILVA, R. C. Estimativa da área foliar de plantas daninhas. XIV. *Nicandra physaloides* (L.) Pers. **Cult. Agron.**, v. 5, n. 1, p. 33-38, 1996.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; BARBOSA JUNIOR, A. F. Estimativa da área foliar de *Acanthospermum australe* (Loef.) Kuntze. **Cult. Agron.**, v. 10, n. 1, p. 111-118, 2001.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* L. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 353-356, 2002.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PITELLI, A. M. C. M. Estimativa da área foliar de *Typha latifolia* L. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 257-261, 2003.

KISSMANN, K. G; GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. Tomo III. 978 p.

MARSHALL, J. K. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. **Photosynthetica**, v. 2, p. 41-47, 1968.

MEAD, R.; CURNOW, R. N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman and Hall, 1983. 335 p.

NETER, J.; WASSERMAN, W. **Applied models. Regressions, analysis of variance and experimental designs**. Illinois: Rechar D. Irwin, 1974. 842 p.

PEDRO JUNIOR, M. J.; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS, F. P. Determinação da área foliar em videira cultivar Niagara Rosada. **Bragantia**, v. 45, n. 1, p. 199-204, 1986.

PEDRINHO JUNIOR, A. F. F. et al. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: *Portulaca oleracea* L. **Ecossistema**, v. 25, p. 86-88, 2000.

PERESSIN, V. A.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 4. *Cassia tora* L. **Planta Daninha**, v. 7, n. 2, p. 48-52, 1984.

ROSSETO, R. R.; PITELLI, R. L. C. M.; PITELLI, R. A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: Poaia-Branca. **Planta Daninha**, v. 15, n. 1, p. 25-29, 1997.

SILVA, N. F. et al. Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. **R. Ceres**, v. 45, n. 259, p. 287-291, 1998.

TOFOLI, G. R. et al. Estimativa da área foliar de plantas daninhas (*Raphanus raphanistrum* L.) **Ecossistema**, v. 23, p. 5-7, 1998a.

TOFOLI, G. R. et al. Estimativa da área foliar de *Solanum americanum* Mill. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 149-152, 1998b.