

TEMÁTICOS PARA O CÁLCULO DA ÁREA DOS
FOLÍOLOS DE GUARANAZEIRO



Geraldo Gonçalves dos Reis¹
Milton Paulino da Costa¹
Adair José Regazzi²
Carlos Hans Müller¹
José Edmar Urano de Carvalho¹
Raimundo Parente de Oliveira¹

- INTRODUÇÃO

O estudo do crescimento e desenvolvimento de plantas implica, quase sempre, em considerações com a área foliar, e o conhecimento desta é de importância na determinação de inúmeros parâmetros fisiológicos como a intensidade de transpiração, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar e outros.

A escolha dos métodos de determinação de área foliar depende da quantidade do material a ser mensurado, do grau de precisão, requerido, do equipamento disponível e da necessidade de registro permanente (12).

A determinação da área foliar através de suas dimensões é bastante satisfatória e apresenta as vantagens de não requerer a destruição do material, ser relativamente rápida em comparação a outras e de ampla utilização em condições de campo (3, 7, 9, 11, 12, 14, 16).

As equações de estimativa da área foliar têm sido deduzidas para as mais diversas culturas como feijão (4), algodão (1), cacau (14), café (2, 3, 9), juta (6), maçã e ameixa (5), mamão (10), mandioca (15), gramíneas (8, 11, 13) e outras. Para tal exige-se que as folhas sejam simples, de formas geométricas mais ou menos definidas e apresentem altas correlações com suas dimensões lineares (3),

O objetivo deste trabalho é propor modelos de regressão para estimar a área do folíolo (\hat{y}) em função do comprimento (C), da largura (L), do produto C.L(X), do peso da matéria seca do folíolo a 75°C (PR) e das combinações entre eles.

1 Pesquisadores do CPATU/EMBRAPA, Belém, Pa, Brasil.

2 Professor Colaborador Assistente da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Foram colhidas 60 folhas (compostas) sadias e de tamanhos variáveis de nove guaranazeiros (*Paullinia cupana*, var. *sorbillis* (Mart.) DUCKE), da coleção de matrizes do CPATU/EMBRAPA, Belém, PA, sendo identificados os folíolos em cinco posições definidas da superfície adaxial da folha, conforme a Figura 1.

A área de cada folíolo foi determinada a partir dos pesos secos de dez discos de 2,20cm de diâmetro e do folíolo correspondente, sendo a secagem feita em estufa com circulação forçada de ar a 75°C, até o peso constante. De cada folíolo, imediatamente após a colheita da planta, foram medidos seus maiores comprimentos (C_i ($i=1, \dots, 5$)) sobre a nervura principal do mesmo, desde o ponto de inserção do limbo até o ápice, e suas maiores larguras (L_i ($i=1, \dots, 5$)), geralmente na posição mediana do limbo, perpendicularmente às linhas dos maiores comprimentos.

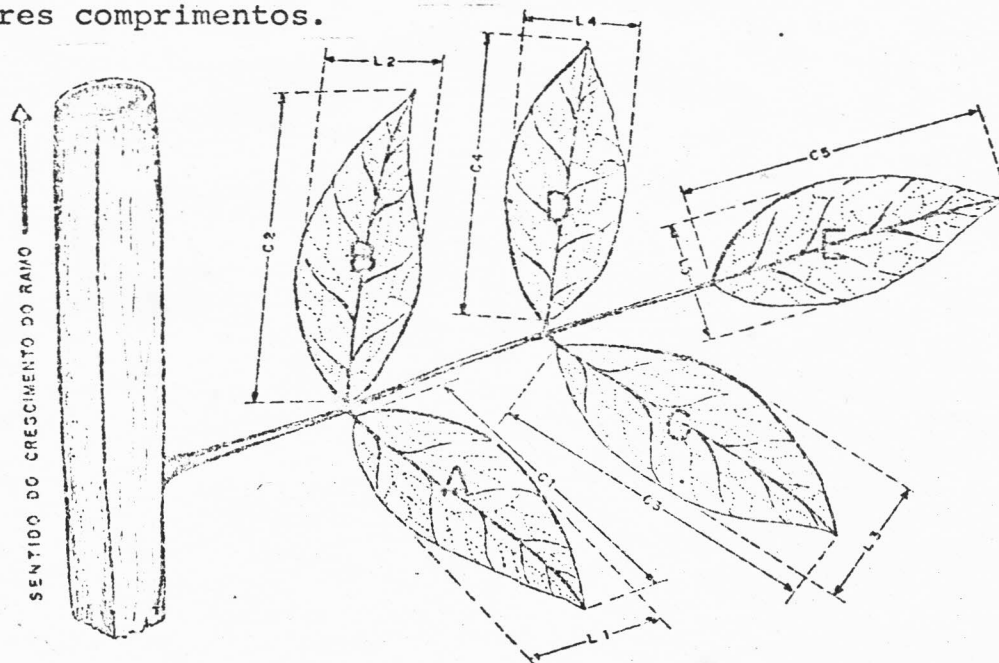


Fig. 1 - Esquema das posições e tomada das dimensões dos folíolos, na superfície adaxial da folha do guaranazeiro. As posições dos folíolos estão representadas pelas letras do alfabeto. Dimensões: C_i ($i=1, \dots, 5$) maior comprimento, L_i ($i=1, \dots, 5$) maior largura.

A amplitude de variação dos parâmetros utilizados é mostrada na tabela 1.

Tabela 1 - Amplitude de variação dos parâmetros utilizados nas derivações dos modelos para estimar a área do folíolo.

FOLÍOLO	COMPRIMENTO (C-cm)	LARGURA (L-cm)	PRODUTO:C.L (X-cm ²)	PESO SECO (PR-g)
A	10,7 - 26,6	7,1- 16,9	80,25 -388,70	0,8889-4,2013
B	11,3 - 32,9	6,6- 18,0	47,12 -424,41	0,7424-4,5289
C	15,2 - 30,9	7,6- 18,1	138,06- 523,09	1,0904-4,6308
D	9,8 - 31,9	6,9- 15,8	67,62- 478,74	0,5736-6,0579
E	15,0 - 36,0	7,7- 17,7	145,50 - 586,80	0,9527-5,9510

Foram testados mais de 30 modelos de regressão. Desses, os que se apresentaram mais promissores na estimação da área foliar de cada folíolo, baseando-se nos valores apresentados pelos coeficientes de determinação e na significância dos parâmetros responsáveis pela regressão, foram os abaixo discriminados:

FOLÍOLO - A

Selação 3:	$\hat{y}_i = - 71,0281 + 20,3037.L_i$	$r^2 = 0,7885$
Selação 4:	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,642003 + 1,47008.\text{log } L_i$	$r^2 = 0,8148$
Selação 5:	$\hat{y}_i = 24,8375 + 0,612299.X_i$	$r^2 = 0,7481$
Selação 6:	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,300859 + 0,811128.\text{log } X_i$	$r^2 = 0,7831$
Selação 7:	$\hat{y}_i = 38,5791 + 61,1363.PR_i$	$r^2 = 0,8217$
Selação 8:	$\text{Log } \hat{y}_i = 1,97526 + 0,776856.\text{log } PR_i$	$r^2 = 0,8492$
Selação 27:	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,421639 + 0,34637.\text{log } C_{1i} + 1,26055.\text{log } L_{2i}$	$r^2 = 0,8411$

FOLÍOLO - B

Selação 3:	$\hat{y}_i = 60,4991 + 19,301.L_i$	$r^2 = 0,7334$
Selação 4:	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,706264 + 1,40551.\text{log } L_i$	$r^2 = 0,7860$
Selação 5:	$\hat{y}_i = 19,8964 + 0,636384.X_i$	$r^2 = 0,8143$
Selação 6:	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,127753 + 0,885993.\text{log } X_i$	$r^2 = 0,8639$
Selação 7:	$\hat{y}_i = 43,9955 + 58,7106.PR_i$	$r^2 = 0,8135$

** significativo do nível de 1% de probabilidade pelo teste de T

$$\text{Seleção 8: } \log \hat{Y}_i = 1,98497 + 0,754982 \cdot \log PR_i \quad r^2 = 0,8507^4$$

$$\text{Seleção 27: } \log \hat{Y}_i = 0,211573 + 0,673843 \cdot \log C_{1i} + 1,06290 \cdot \log L_{2i} \quad r^2 = 0,8746$$

FOLÍOLO - C

$$\text{Seleção 3: } \hat{Y}_i = -65,5133 + 22,1691 \cdot L_i \quad r^2 = 0,7284$$

$$\text{Seleção 4: } \log \hat{Y}_i = 0,813284 + 1,37229 \cdot \log L_i \quad r^2 = 0,7384$$

$$\text{Seleção 5: } \hat{Y}_i = 17,9165 + 0,621747 \cdot X_i \quad r^2 = 0,8718$$

$$\text{Seleção 6: } \log \hat{Y}_i = 0,000496864 + 0,932806 \cdot \log X_i \quad r^2 = 0,9136$$

$$\text{Seleção 7: } \hat{Y}_i = 55,5856 + 54,3548 \cdot PR_i \quad r^2 = 0,8212$$

$$\text{Seleção 27: } \log \hat{Y}_i = 0,0484838 + 0,819837 \cdot \log C_{1i} + 1,03393 \cdot \log L_{2i} \quad R^2 = 0,9182$$

FOLÍOLO - D

$$\text{Seleção 3: } \hat{Y}_i = -83,7433 + 23,7881 \cdot L_i \quad r^2 = 0,8276$$

$$\text{Seleção 4: } \log \hat{Y}_i = 0,654284 + 1,52291 \cdot \log L_i \quad r^2 = 0,8372$$

$$\text{Seleção 5: } \hat{Y}_i = 23,7571 + 0,599851 \cdot X_i \quad r^2 = 0,8278$$

$$\text{Seleção 6: } \log \hat{Y}_i = 0,120704 + 0,883321 \cdot \log X_i \quad r^2 = 0,8759$$

$$\text{Seleção 7: } \hat{Y}_i = 6,37147 + 49,2013 \cdot PR_i \quad r^2 = 0,8170$$

$$\text{Seleção 8: } \log \hat{Y}_i = 1,99495 + 0,709171 \cdot \log PR_i \quad r^2 = 0,8430$$

$$\text{Seleção 27: } \log \hat{Y}_i = 0,236365 + 0,55706 \cdot \log C_{1i} + 1,19778 \cdot \log L_{2i} \quad R^2 = 0,9046$$

FOLÍOLO - E

$$\text{Seleção 3: } \hat{Y}_i = 103,4930 + 24,1997 \cdot L_i \quad r^2 = 0,7668$$

$$\text{Seleção 4: } \log \hat{Y}_i = 0,669111 + 1,47638 \cdot \log L_i \quad r^2 = 0,7835$$

$$\text{Seleção 5: } \hat{Y}_i = 2,05904 + 0,599273 \cdot X_i \quad r^2 = 0,8923$$

$$\text{Seleção 6: } \log \hat{Y}_i = 0,0468616 + 0,931224 \cdot \log X_i \quad r^2 = 0,8984$$

$$\text{Seleção 7: } \hat{Y}_i = 52,7017 + 53,6978 \cdot PR_i \quad r^2 = 0,7950$$

$$\text{Seleção 8: } \log \hat{Y}_i = 1,98442 + 0,726518 \cdot \log PR_i \quad r^2 = 0,7953$$

$$\text{Seleção 27: } \log \hat{Y}_i = 0,0311747 + 0,69615 \cdot \log C_{1i} + 1,16345 \cdot \log L_{2i} \quad R^2 = 0,9197$$

- RESUMO

Foram colhidas 60 folhas compostas, sadias e de tamanho variável de nove guaranazeiros (*Paullinia cupana*, var. *sorbilis* (Mart.) DUCKE). Os folíolos foram identificados em cinco posições definidas na superfície adaxial da folha: o primeiro à direita, A; o primeiro à esquerda, B; o segundo à direita, C; o segundo à esquerda, D; e E, o folíolo do ápice da folha. Para cada folíolo foram propostos mais de 30 modelos de regressão para estimar a área do folíolo (\hat{y}_i) em função do comprimento (C_i), da largura (L_i), do produto $C_i \cdot L_i$ (X_i), do peso da matéria seca do folíolo a 75°C (PR_i) e das combinações entre eles. Baseando-se nos valores apresentados pelos coeficientes de determinação e na significância dos parâmetros responsáveis pela regressão, foram selecionados os seguintes modelos, significativos a 1% de probabilidade pelo teste de T: $\text{Log } \hat{y}_i = 0,421639 + 0,34637 \cdot \log C_{1i} + 1,26055 \cdot \log L_{2i}$ ($R^2 = 0,8411$); $\text{Log } \hat{y}_i = 0,211573 + 0,673845 \cdot \log C_{1i} + 1,06290 \cdot \log L_{2i}$ ($R^2 = 0,8746$); $\text{Log } \hat{y}_i = 0,0484838 + 0,819887 \cdot \log C_{1i} + 1,03393 \cdot \log L_{2i}$ ($R^2 = 0,9182$); $\text{Log } \hat{y}_i = 0,236365 + 0,557067 \cdot \log C_{1i} + 1,19778 \cdot \log L_{2i}$ ($R^2 = 0,9046$); $\text{Log } \hat{y}_i = 0,0311747 + 0,696315 \cdot \log C_{1i} + 1,16345 \cdot \log L_{2i}$ ($R^2 = 0,9147$), respectivamente, para os folíolos A, B, C, D e E.

- CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que, para o guaranazeiro, os modelos de maior precisão para estimar a área foliar são aqueles provenientes da regressão múltipla, tendo como variáveis dependentes o comprimento (C_i) e a largura (L_i), cujos coeficientes de determinação foram iguais e/ou superiores aos demais, ou seja:

FOLÍOLO	MODELO	R^2
A	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,421639 + 0,34637 \cdot \log C_{1i} + 1,26055 \cdot \log L_{2i}$	0,8411
B	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,211573 + 0,673843 \cdot \log C_{1i} + 1,06290 \cdot \log L_{2i}$	0,8746
C	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,0484838 + 0,819887 \cdot \log C_{1i} + 1,03393 \cdot \log L_{2i}$	0,9182
D	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,236365 + 0,557067 \cdot \log C_{1i} + 1,19778 \cdot \log L_{2i}$	0,9046
E	$\text{Log } \hat{y}_i = 0,0311747 + 0,696315 \cdot \log C_{1i} + 1,16345 \cdot \log L_{2i}$	0,9197

desde que as dimensões dos folíolos sejam $\geq 10,0$ e $\geq 8,0$ cm respectivamente, para o comprimento e largura.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de T



- SUMMARY

Sixty composite, healthy, and of the variable size leaves were harvested of the nine guaraná trees [*Paullinia cupana* var. *sorbillis* (Mart.) DUCKE]. The folioles were identified in five definite positions of the adaxial surface of the leaf: first at right, A; first at left, B; second at right; C; second at left, D, and E, the foliole of the apice. For each foliole, more than thirty models of the regression were suggest to estimate the leaflet area in function of the length (C_i), the wide (L_i), the product $C_i \cdot L_i$ (X_i), the dry weight of the foliole at 75°C (PR_i), and the combinations among them. Basing in the values presented by determination coefficients and in the significancy of the parameters responsible to regression, the following models were select, significative at the probability of the 1,0% by "T" test:

$$\text{Log } \hat{y}_i = 0,421639 + 0,34637 \cdot \text{log}C_{1i} + 1,26055 \cdot \text{log}L_{2i} \quad (R^2 = 0,8411);$$

$$\text{Log } \hat{y}_i = 0,211573 + 0,673843 \cdot \text{log}C_{1i} + 1,06290 \cdot \text{log}L_{2i} \quad (R^2 = 0,8746);$$

$$\text{Log } \hat{y}_i = 0,0484838 + 0,819887 \cdot \text{log}C_{1i} + 1,03393 \cdot \text{log}L_{2i} \quad (R^2 = 0,9182);$$

$$\text{Log } \hat{y}_i = 0,236365 + 0,557067 \cdot \text{log}C_{1i} + 1,19778 \cdot \text{log}L_{2i} \quad (R^2 = 0,9046);$$

$$\text{Log } \hat{y}_i = 0,0311747 + 0,696315 \cdot \text{log}C_{1i} + 1,16345 \cdot \text{log}L_{2i} \quad (R^2 = 0,9147)$$

respectively to folioles A, B, C, D and E.

- AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a ajuda dos estudantes do Curso de Agronomia da F.C.A.P., Belém, PA, Ana Maria Pereira Corrêa, Marília Parry de Castro e Judson Ferreira Valentim, em parte deste trabalho.

- LITERATURA CITADA

- 1 - ASHLEY, D.A., B.D. & BENNETI, O.L. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting, Agron. J. 57: 61-4, 1965.
- 2 - AWATRAMANI, N.A. & GOPALAKRISHNA, H.K. Measurement of leaf area. I - *Coffea arabica*. Indian Coffee. 29:25-30, 1965.
- 3 - BARROS, R.S., MAESTRI, M. VIEIRA, M. & BRAGA FILHO, L.J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica*, L. CV. "Bourbon Amarelo". Rev. Ceres. 20:44-52, 1973.

- 4 - BENINCASA, M.M.P.; BENINCASA, M.; LATANZE, R.J. & JUNQUETTI, M.T.G. Método não destrutivo para estimativa da área foliar de *Phaseolus vulgaris*, L. (Feijoeiro). Científica . 4: 43-8, 1976.
- 5 - BOUNTON, D. & HARRIS, R.W. Relationships between leaf dimension, leaf area and shoot length in McIntosh Apple, Elberta Peach and Italian Prune. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55: 16-20, 1950.
- 6 - CHAUDHURI, B.B. & PATRA, A.P. Note on a rapid method of determining leaf area in tossa jute (*Corchorus oleratorius* L.) Ind. J. Agric. Sci. 42:1142-3, 1972.
- 7 - FREEMAN, G.H. & BOLAS, B.D. A method for rapid determination of leaf area in the field. IN: MILTHORPHE, F.L. (ed). The growth of leaves. London, Butterworths Scientific Publication, 1956. p. 199.
- 8 - GOMES, J.; BENINCASA, M.M.P. & SANTOS, J.M. Método não destrutivo para a estimativa da área foliar do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). IN: Reunião Anual da SBPC, 26. São Paulo, 1974. p.556 (Resumos).
- 9 - HUERTA, S.A. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el area foliar del cafeto. Cenicafé. 13: 33-42, 1962.
- 10 - KARIKARI, S.K. Estimation of leaf area in papaya (*Carica papaya*) from leaf measurements. Trop. Agric. England. 50: 346, 1973.
- 11 - KEMP, C.D. Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurement. Ann. Bot. N.S., 24: 491,99, 1960.
- 12 - KVET, J. & MARSHALL, J.K. Assessment of leaf area and other assimilation plant surfaces. IN: SESTAK, Z. CATSKY, J. JARVIS, P.G. (ed) Plant photosynthetic production-Manual of methods. The Hague, JUNK, N.V. Publishers, 1971. p.517-55.
- 13 - LAL; K.N. & SUBBARAO, M.S. A new formula for estimation of leaf area in barley. Sci. and Cult. 15: 335-6, 1950.
- 14 - MARQUES, E.S. & RODRIGUES, E.M. A estimativa da área foliar do cacauzeiro (*Theobroma cacao*, L.) baseada nas dimensões da folha: Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, 9:5-20, 1966.

- 15 - SPENCER, R.A. Rapid method for estimating the leaf area of cassava (*Manihot utilissima*, Pohl.) using linear measurement. Trop. Agric. 39:147-52, 1962.
- 16 - WINTER, E.J.; SALTER, P.J.; STANHILL, G. & BLEASDALE, J.L. A measurement of leaf area, some methods of measuring leaf area. IN: MILTHORPHE, F.L. (ed). The growth of leaves, London, Butterworths Scientific Publications, 1956. p.195-7.

