

DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE FOLHAS DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.

cv. 'Bourbon Amarelo')*

Raimundo Santos Barros
Moacyr Maestri
Manoel Vieira
Luís Julião Braga Filho**

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da área foliar é de importância fundamental na determinação de parâmetros fisiológicos, como intensidade de transpiração, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar e outros.

Na determinação da área foliar das diversas espécies de plantas, vários métodos, recentemente revistos por KVET & MARSHALL (7), têm-se desenvolvido, e a escolha de um deles depende da quantidade do material a ser mensurado, do grau de precisão requerido, do equipamento disponível e da necessidade de registro permanente (7). Para acompanhar-se a taxa de crescimento de folhas, por exemplo, o método de determinação da área foliar através de suas dimensões lineares é bastante satisfatório, visto não requerer destruição do material, ser relativamente rápido em comparação a outros, consumir menor tempo e ser menos dispendioso, além de poder ser facilmente utilizado em condições de campo (4, 6, 7, 8, 9, 10).

Desde que as folhas simples, de formas geométricas aproximadamente definidas, apresentam altas correlações com suas dimensões lineares, várias equações de estimativa de área foliar baseadas nessas dimensões têm sido deduzidas para os mais diversos cultivos, como maçã e ameixa (3), gramíneas (8), algodão (1), cacau (9) e algumas variedades e espécies de café (2, 5, 6). O presente trabalho descreve um estudo da aplicação dessa técnica na determinação da área das folhas de café.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram colhidas 431 folhas sadias e de tamanhos variáveis, de 12 cafeeiros, de um cafezal localizado em área plana do De-

* Aceito para publicação em 14-3-1973.

** Respectivamente, Auxiliar de Ensino da Universidade Federal de Sergipe, Professor Adjunto, Auxiliar de Ensino e Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa. O primeiro autor era bolsista de Pós-Graduação do Conselho Nacional de Pesquisas, durante a realização deste trabalho.

partamento de Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa. Logo depois, as folhas foram "impressas" em papel heliográfico, de acordo com as recomendações de BOYTON e HARRIS (3) e HUERTA (6). Das "impressões" obtidas mediram-se os seus maiores comprimentos (C) sobre a nervura principal, desde o ponto de inserção do limbo no pecíolo até o apice da folha, e suas maiores larguras (L), geralmente na posição mediana do limbo, perpendicularmente às linhas dos maiores comprimentos.

As áreas consideradas reais de cada folha (S) foram obtidas pelo método gravimétrico, recortando-se as "impressões" das folhas no papel heliográfico e efetuando-se pesagens dos recortes em balança analítica, comparando-se em seguida com os de áreas conhecidas do mesmo papel heliográfico (6, 7, 8).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de correlação (r) encontrados foram de 0,946*** entre as áreas foliares reais e os retângulos circunscritos aos limbos foliares, de 0,954*** entre as áreas foliares reais e os comprimentos de cada folha e de 0,972*** entre áreas foliares verdadeiras e as maiores larguras das folhas. Esses valores dão uma forte indicação da dependência das áreas foliares reais para suas dimensões lineares.

A regressão linear da área foliar verdadeira sobre o retângulo circunscrito ao limbo foliar é dada pela equação:

$$Y = 0,262 + 0,664 X$$

em que Y é a área foliar estimada e X, a área do retângulo circunscrito à folha (X = CL). A área foliar também pode ser estimada através do diagrama dessa equação (figura 1).

Matematicamente, pode-se forçar a reta da equação da regressão linear a passar pela origem dos eixos ortogonais, quando o coeficiente linear se torna igual a zero. Empiricamente, isso é conseguido multiplicando-se a área do retângulo circunscrito à folha por um coeficiente (k), deduzido da razão do somatório das áreas foliares reais pelo somatório das áreas dos retângulos circunscritos (2, 5, 7, 8), ou seja:

$$k = \frac{S}{\bar{X}}$$

No presente estudo, encontrou-se para k um valor de 0,667 que pouco difere de 0,6339 encontrado por AWATRAMANI e GOPALAKRISHNA (2). A equação resultante será:

$$Y = 0,667 X$$

A regressão da área foliar verdadeira sobre o comprimento da folha (C) é expressa pela equação:

$$Y = 0,240 C^{2,091}$$

equivalente a

$$\log Y = -0,619 + 2,091 \log C$$

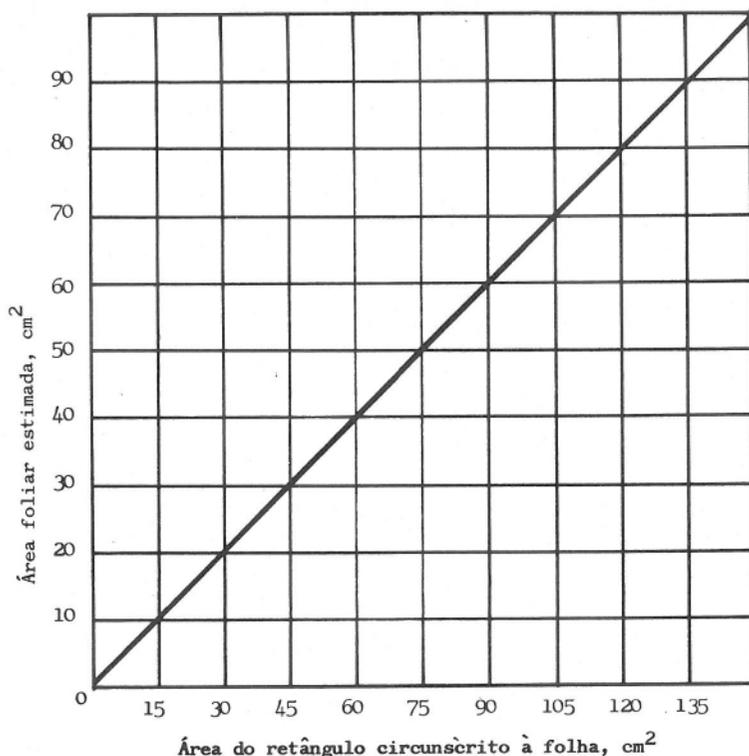


FIGURA 1 - Diagrama da equação de regressão da área foliar sobre o retângulo circunscrito à folha.

que se acha representada na figura 2, através da qual se pode estimar facilmente as áreas foliares, tendo-se apenas os seus maiores comprimentos.

Da mesma forma, tem-se para as maiores larguras dos limbos foliares:

$$Y = 1,670 L^{1,927}$$

ou

$$\log Y = 0,223 + 1,927 \log L$$

diagramada na figura 3, a partir da qual, tendo-se a maior largura da folha, pode-se estimar a sua área.

O quadro 1 mostra que as equações de regressão estudadas explicam, quase que totalmente, as variações nas áreas estimadas, em vista dos altos coeficientes de determinação (R^2) observados; muito pequenas seriam as interferências aleatórias.

Estatisticamente, as duas equações de regressão retilíneas se equivalem, uma vez que suas variâncias se assemelham. A julgar pelo teste "F" das variâncias, as equações lineares estimam

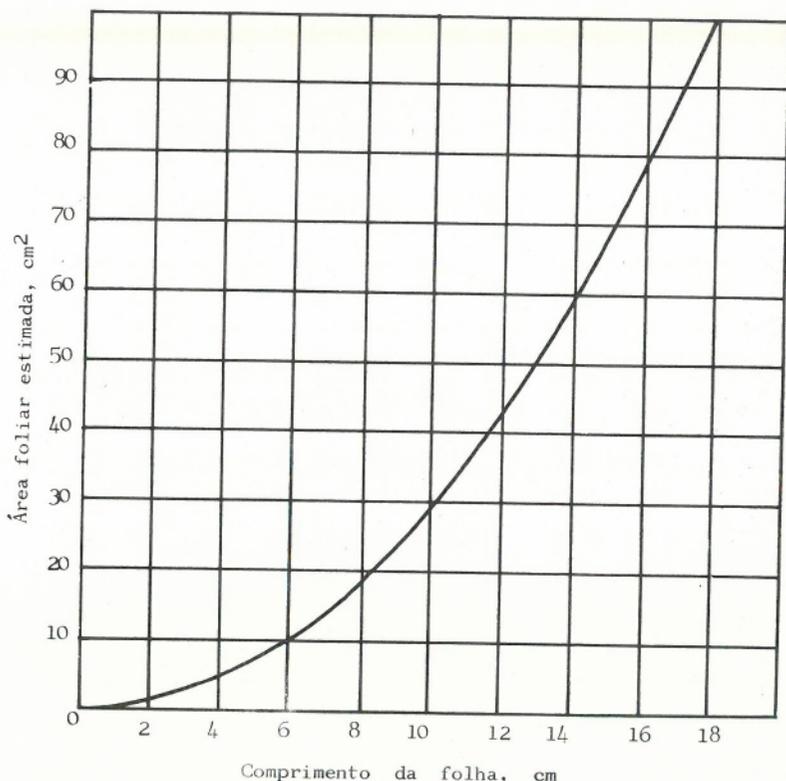


FIGURA 2 - Diagrama da equação de regressão da área foliar sobre o maior comprimento da folha.

as áreas foliares com precisão superior às equações logarítmicas; as diferenças entre as áreas estimadas pelas equações lineares e pelas equações logarítmicas são altamente significativas. No entanto, as diferenças entre as áreas estimadas pelas equações logarítmicas são altamente significativas em favor da equação de regressão da maior largura. Em outras palavras, existem folhas com áreas idênticas e larguras ou comprimentos diferentes, ao passo que há maior aproximação quando são tomados os retângulos circunscritos em comparação com as áreas foliares, como encontraram também MARQUES e RODRIGUES (9) em cacau.

Pode-se, portanto, tomar indistintamente qualquer uma das equações lineares para a determinação das áreas foliares, cujos coeficientes lineares e angulares se equivalem estatisticamente; por questão de simplicidade, é preferível trabalhar com a equação cujo coeficiente linear é zero, acrescentando-se o fato de que, na medição de áreas de folhas pequenas, ganha-se em precisão relativa. A figura 4, construída segundo HUERTA (6), a

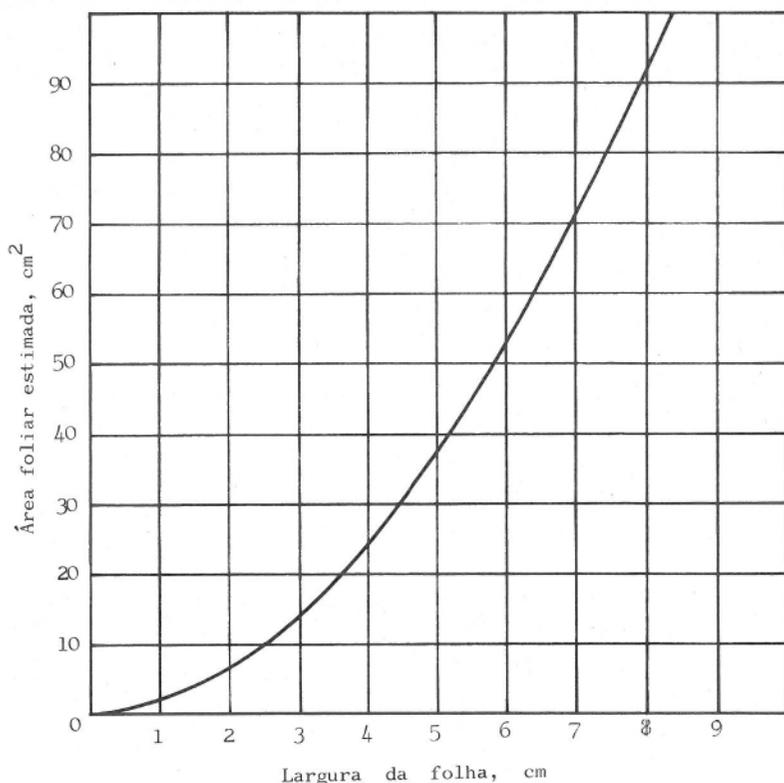


FIGURA 3 - Diagrama da equação de regressão da área foliar sobre a maior largura da folha.

QUADRO 1 - Coeficientes de determinação e variâncias das equações de regressão que estimam as áreas foliares de *Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'

Regressões	Coeficientes de determinação (R ²)	Variâncias (s ²)
$Y = 0,262 + 0,664 X$	0,989	6,386
$Y = 0,667 X$	0,989	6,394
$\log Y = -0,619 + 2,091 \log C$	0,975	28,445
$\log Y = 0,223 + 1,927 \log L$	0,993	13,999

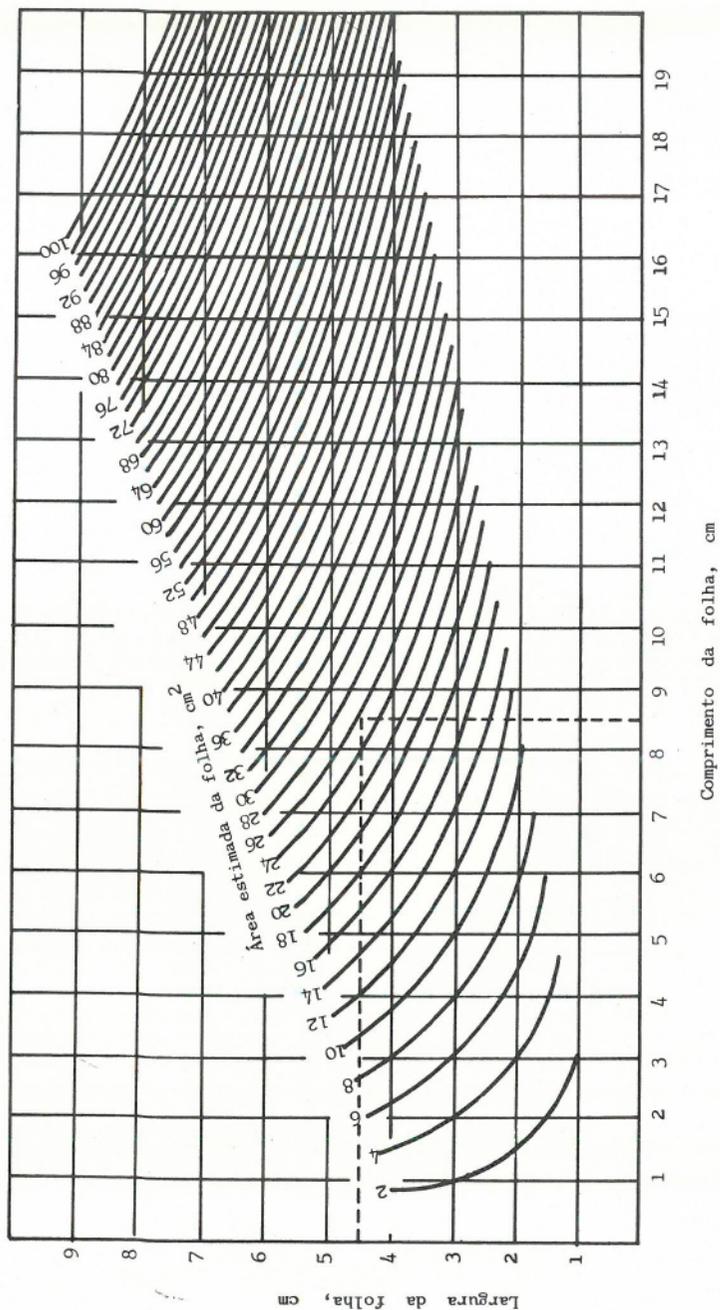


FIGURA 4 - Abaco construído com dados da equação $Y = 0,667 X$ para estimar-se a área foliar a partir do comprimento e da largura da folha (Ler texto).

partir da equação

$$Y = 0,667 X$$

possibilita a estimativa rápida das áreas foliares. Conhecendo-se os maiores comprimentos (abscissas) e as maiores larguras (ordenadas), traçam-se perpendiculares para o interior da figura, sendo a área foliar lida sobre o segmento hiperbólico, onde se dá a intercepção daquelas perpendiculares. Por exemplo, uma folha cujo maior comprimento for 8,5 cm e a maior largura 4,5 cm terá uma área aproximada de 25,50 cm²; utilizando-se a equação encontrou-se 25,51 cm², o que mostra quão prática é a utilização do âbaco.

4. CONCLUSÕES

Das quatro equações de regressão estudadas, as lineares estimam as áreas foliares de café com precisão estatística maior do que quando se tomam as equações logarítmicas.

As equações lineares

$$Y = 0,262 + 0,664 X$$

e

$$Y = 0,667 X,$$

em que Y representa a área foliar estimada e X a área do retângulo circunscrito à folha, são equivalentes do ponto de vista estatístico, podendo por isso serem usadas indistintamente. A última, no entanto, é de utilização mais prática.

As regressões cujas variáveis independentes são os maiores comprimentos (C) e as maiores larguras (L),

$$\log Y = - 0,619 + 2,091 \log C$$

e

$$\log Y = 0,223 + 1,927 \log L$$

não devem ser utilizadas, mesmo em trabalhos rápidos que não exijam grande precisão. Até a equação logarítmica da largura, que é superior ao comprimento, não deve ser usada, pois, além de ser estatisticamente inferior às equações lineares, com diferença altamente significativa, apresenta o inconveniente de a maior largura do limbo foliar não poder ser tomada em posição fixa, em condições de campo.

5. RESUMO

Para determinar-se as áreas foliares de *Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo', as regressões lineares $Y = 0,262 + 0,664 X$ e $Y = 0,667 X$, cuja variável independente é o retângulo circunscrito à folha ($X = CL$), são estatisticamente superiores às equações para os maiores comprimentos (C) e para as maiores larguras (L) $\log Y = - 0,619 + 2,091 \log C$ e $\log Y = 0,223 + 1,927 \log L$.

As duas equações lineares são estatisticamente equivalentes, mas a equação, cuja reta passa pela origem dos eixos cartesianos, é de utilização mais prática do que a equação retilinear completa. As equações logarítmicas não devem ser utilizadas por serem mais imprecisas.

6. SUMMARY

To estimate the area of coffee (*Coffea arabica* L.cv. 'Bourbon Amarelo') leaves, the linear regressions $Y = 0,262 + 0,664 X$ and $Y = 0,667 X$, where the variable is the rectangle circumscribed to the leaf ($X = CL$), were found to be statistically much better than the two logarithmic equations, either as a function of length (C) or maximum width (L), $\log Y = -0,619 + 2,091 \log C$ and $\log Y = 0,223 + 1,927 \log L$.

The two linear equations are statistically equivalent, but the equation giving a line through the origin is easier to handle. The logarithmic equations should not be used, as they are less precise.

7. LITERATURA CITADA

1. ASHLEY, D.A., DOSS, B.D. & BENNETI, O.L. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. *Agron. J.* 57:61-64. 1965.
2. AWATRAMANI, N.A. & GOPALAKRISHNA, H.K. Measurement of leaf area. I. *Coffea arabica*. *Indian Coffee* 29(1):25-30. 1965.
3. BOYNTON, D. & HARRIS, R.W. Relationships between leaf dimensions, leaf area and shoot length in McIntosh Apple, Elberta Peach and Italian Prune. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci* 55:16-20. 1950.
4. FREEMAN, G.H. & BOLAS, B.D. A method for rapid determination of leaf area in the field. In: MILTHORPE, F.L. (ed.). *The Growth of Leaves*. London, Butterworths Scientific Publications, 1956. p. 199.
5. GOPALAKRISHNA, H.K. & AWATRAMANI, N.A. Measurement of leaf area in coffee. II. *Coffea robusta*. *Indian Coffee* 29(6):10-12. 1965.
6. HUERTA, S.Armando. Comparacion de metodos de laboratorio y de campo para medir el area foliar del cafeto. *Cenicafé* (13(1):33-42. 1962.
7. KVET, J. & MARSHALL, J.K. Assessment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In: SESTAK, Z., CATSKY, J. & JARVIS, P.G. (ed.). *Plant Photosynthetic Production, Manual of Methods*. The Hague, Dr. Junk N.V., Publishers, 1971. p. 517-555.
8. KEMP, C.D. Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. *Ann. Bot. N.S.*, 24(96):491-499. 1960.

9. MARQUES, E.S. & RODRIGUES, E.M. A estimativa da área foliar do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) baseada nas dimensões da folha. *Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste*. Ministério da Agricultura, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. 9(1):5-20. 1966.
10. WINTER, E.J., SALTER, P.J., STANHILL, G. & BLEASDALE, J. K. A measurement of leaf area; some methods of measuring leaf area. In: MILTHORPE, F.L. (ed.). *The Growth of Leaves*. London, Butterworths Publications, 1956. p. 195 - 197.