



MODELOS ALOMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM CAFÉ ARÁBICA

Gabriel Oliveira Santos¹, Marcelo Schamm Mielke², Cid Edson Mendonça Póvoas³,
Gaetan Reis Dlouhy⁴, Emile Caroline Silva Lopes⁵

¹ Discente do Curso de Agronomia/UDESC/Ilhéus – BA.

² Departamento de Ciências Agrárias e ambientais/UDESC/Rodovia Ilhéus Itabuna, CEP
45662972, Ilhéus, BA. gabrielgti14@hotmail.com.

RESUMO

O café pertence ao gênero *Coffea* spp. e possui duas espécies de importância econômica e social, o *C. arabica* L. (arábica), e *C. canephora* P. (conilon). A área foliar das culturas agrícolas apresenta estreita relação com a transpiração e a taxa fotossintética da planta. A determinação da área foliar das culturas agrícolas é importante, pois, reflete a capacidade da planta em interceptar energia luminosa e efetuar trocas gasosas com o ambiente, constituindo-se assim, em um importante indicativo da produtividade das culturas. O presente trabalho objetivou comparar três modelos alométricos disponíveis na literatura para a estimativa da área foliar do genótipo de café arábica catucaí vermelho. O trabalho foi realizado na casa de vegetação da Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, localizada no município de Ilhéus–BA. Foi realizado a coleta de todas as folhas de seis plantas com aproximadamente um ano de idade. As folhas foram limpas e posteriormente digitalizadas em scanner de mesa. As medidas lineares e área das folhas foram obtidas a partir das imagens digitalizadas em formato TIFF) utilizando-se o software livre ImageJ. Foram comparados os modelos desenvolvidos por Barros et al. (1973), Partelli et al. (2006) e Antunes et al. (2008). Os modelos de Barros et al. (1973) e Antunes et al. (2008) apresentaram coeficientes de determinação (R^2) semelhantes para as relações entre os valores estimados e medidos de área foliar ($R^2 = 0,984$); os quais foram maiores em relação ao modelo de Partelli et al. (2006) ($R^2 = 0,957$). Concluiu-se que os três modelos são eficientes para a estimativas da área foliar do café arábica catucaí vermelho.

Palavras-chave: Catucaí vermelho. *Coffea arabica*. ImageJ.

ABSTRACT

Coffee belongs to genus *Coffea* spp. It has two species of economic and social importance, *C. arabica* L. (arabica) and *C. canephora* P. (conilon). Brazil is the largest coffee producer in the world, accounting for about one third of world production, with 70% of production being Arabica. The leaf area of agricultural crops is closely related

to transpiration and plant photosynthetic rate. Determining the leaf area of agricultural crops is important because it reflects the ability of the plant to intercept light energy and effect gas exchange with the environment, thus constituting an important indicator of crop productivity. This study aimed to compare three allometric models available in the literature to estimate the leaf area of the red catucaí arabica coffee genotype. The work was carried out in the greenhouse of Santa Cruz State University-UESC, located in Ilhéus-BA. All leaves were collected from six plants approximately one year old. The sheets were cleaned and later scanned on a flatbed scanner. The linear measurements and leaf area were obtained from the digitized images in TIFF format) using the free software ImageJ. The models developed by Barros et al. (1973), Partelli et al. (2006) and Antunes et al. (2008). The models by Barros et al. (1973) and Antunes et al. (2008) presented similar determination coefficients (R^2) for the relationships between estimated and measured leaf area values ($R^2 = 0.984$); which were larger in relation to the Partelli et al. (2006) ($R^2 = 0.957$). It was concluded that the three models are efficient for estimating the leaf area of red catucaí arabica coffee.

Key words: Red Catucaí. *Coffea arabica*. ImageJ.

INTRODUÇÃO

O café é pertencente ao gênero *Coffea* L., família Rubiaceae, e existem dezenas de espécies conhecidas desse gênero. Dentre essas, as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* P. são as mais cultivadas comercialmente. No Brasil a espécie mais cultivada é o *Coffea arabica* L., que corresponde cerca de 70% da produção do país (CONAB, 2019).

As principais características que a arquitetura do dossel do café arábica (*C. arabica*) apresenta são: arbusto de único caule; folhas ovaladas ou sublanceoladas; bordos ondulados; folhas de coloração predominante verde escura; parte adaxial da folha com aspecto brilhoso (COSTE, 1955).

Para que a planta possa realizar fotossíntese é necessário que ocorra a interceptação da radiação solar pelas folhas e a conversão desta energia luminosa em energia química (FAVARIN et al., 2002). A taxa de fotossíntese por unidade de área foliar é diretamente relacionada com a capacidade de interceptação de energia luminosa pelas folhas, a qual é influenciada pela arquitetura do dossel da planta. Assim, a quantidade de folhas, sua área foliar individual e a distribuição das folhas na copa, são fatores de grande importância para a eficiência do processo fotossintético, o ganho líquido de carbono e a produtividade das culturas.

O estudo da área foliar é fundamental para análise da taxa fotossintética e trocas gasosas das plantas, podendo auxiliar na avaliação do seu estado fisiológico

(LAWLOR, 1993). Considerando a necessidade e a importância da área foliar na avaliação do crescimento vegetal, esse estudo teve como objetivo, avaliar o uso de três modelos alométricos disponíveis na literatura para estimativa de área foliar de cafeeiro, utilizando as dimensões lineares das folhas (comprimento, largura).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido com a espécie *C. arabica*, utilizando dois cultivares de catucaí vermelho no período de crescimento entre dezembro de 2017 e março de 2019, no telado da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, localizado no município de Ilhéus – BA, (Latitude 14°47' 47" S, longitude 39°10'21" W e altitude 33 m).

As sementes foram semeadas na areia em dezembro de 2017. Após à germinação, cerca de três meses, cinco mudas de cada cultivar, totalizando dez mudas, foram transplantadas para vasos de cinco m³ com solo de textura média e devidamente adubado. Foram sorteadas três de cinco plantas de cada cultivar, totalizando seis plantas, três de cada cultivar, três plantas de catucaí vermelho - IAC 44 e três plantas de catucaí vermelho - 19/08.

Das seis plantas sorteadas, foram coletadas todas as folhas totalmente expandidas, com os bordos conservados e sem sintomas de ataque de praga ou doença. Após as coletas, as folhas foram levadas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UESC. Cada folha foi identificada com um número referente a cultivar estudada, marcadas com caneta de tinta permanente na face adaxial. As folhas identificadas, tiveram a face adaxial escaneada com scanner HP Deskjet 3050 J610 series e resolução de 200 dpi (dots per inch). As imagens digitalizadas foram salvas em formato TIFF (Tagged Image File Format, extensão .tif).

As imagens digitalizadas das folhas foram processadas utilizando o software livre ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>) (ABRAMOFF et al., 2004), seguindo procedimentos específicos. Foram medidos os valores de comprimento, largura e área de cada folha com o software. Com as medidas de comprimento e largura de cada folha, estimou-se a área foliar de acordo com os modelos propostos por Barros et al. (1973), Partelli et al. (2006) e Antunes et al. (2008) (Tabela 1).

Tabela 1 - Modelos alométricos para estimativa de área foliar do cafeeiro

Autores	Espécie	Modelo	R ²	Código
BARROS et al. (1973).	<i>C. arabica</i>	$A = 0,667.C.L$	-	M1
PARTELLI et al. (2006)	<i>C. canephora</i>	$\hat{A}F = 0,3064.I^{-0,0556}.CNC^{2,0133}$	R ² = 0,9803	M2

Fonte: Barros et al. (1973), Partelli et al. (2006) e Antunes et al. (2008)

Para a avaliação da confiabilidade dos três modelos alométricos testados, foram analisadas regressões lineares entre os valores calculados a partir dos três modelos e os valores de área foliar real, obtidos por meio do software ImageJ. Os modelos foram então ranqueados em função do maior coeficiente de determinação (R^2), valor do intercepto mais próximo de zero e valor da inclinação da reta mais próximo de um.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de área foliar estimados pelos modelos propostos por Barros et al. (1973), Partelli et al. (2006) e Antunes et al. (2008) foram muito semelhantes aos valores medidos de área foliar para as seis plantas do genótipo catucaí vermelho (Figuras 1, 2 e 3). Da mesma forma, as equações de regressão linear entre os valores estimados e medidos apresentaram coeficientes de determinação (R^2) elevados, com os valores do intercepto próximo de zero e da inclinação próximo de 1. Além disso, os valores de R^2 para as regressões entre os valores medidos e estimados pelos modelos de Barros et al. (1973) e Antunes et al. (2008) foram muito semelhantes (98,4) e maiores do que os valores de R^2 obtidos para as regressões entre os valores medidos de área foliar e as estimativas realizadas por meio do modelo de Petrelli et al. (2006) (95,7).

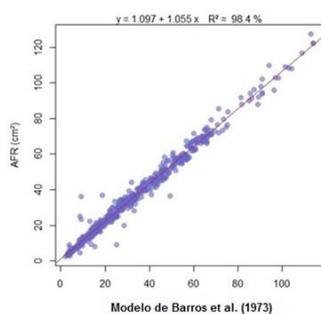


Figura 1 - Relação entre a área foliar estimada pelo modelo de Barros et al. (1973) com a área foliar real, medida com imageJ para as folhas de café arábica. Ilhéus, BA, 2019.

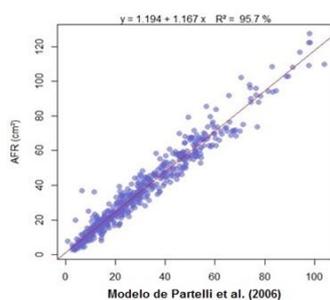


Figura 2 - Relação entre a área foliar estimada pelo modelo de Partelli et al. (2006) com a área foliar real, medida com imageJ para as folhas de café arábica. Ilhéus, BA, 2019.

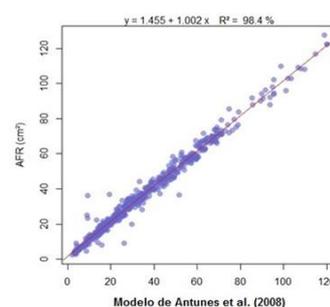


Figura 3 - Relação entre a área foliar estimada pelo modelo de Antunes et al. (2008) com a área foliar real, medida com imageJ para as folhas de café arábica. Ilhéus, BA, 2019.

Essa diferença entre os valores de R^2 obtidos para as regressões entre os valores medidos de área foliar e as estimativas realizadas por meio dos três modelos alométricos testados (Figura 1, 2 e 3), talvez seja explicado pelas equações. Nas equações de

Antunes et al. (2008) e Barros et al. (1973) ambos utilizam medidas do comprimento e largura da folha; já na equação proposta por Partelli et al. (2006) é utilizada somente medidas do comprimento da folha e idade da planta, não sendo utilizado largura da folha.

A dificuldade de realizar as medidas em uma grande quantidade de folhas é uma limitação prática dos modelos propostos por Barros et al. (1973) e Antunes et al. (2008). Em contrapartida, o modelo de Partelli et al. (2006) se comparado com o modelo de Antunes et al. (2008) e de Barros et al. (1973) pode ser considerado mais eficiente em relação a está limitação. Isso se deve ao fato de que, no modelo de Partelli et al. (2006) é necessário realizar somente uma medida na folha (comprimento), diminuindo pela metade o tempo para realizar as medidas em uma grande quantidade de folhas.

Em termos de aplicações práticas, os três modelos podem ser usados para analisar a área das folhas das culturas, sendo úteis para estudos fisiológicos envolvendo análise de crescimento, transpiração, e em pesquisas para quantificar danos causados por pragas e doenças foliares, possibilitando assim, estimar a perda de água pela planta e é de grande utilidade na avaliação de técnicas culturais, como poda, adubação, espaçamento, aplicação de agrotóxicos e manejo da irrigação.

CONCLUSÃO

Os três modelos alométricos para estimativa de área foliar apresentaram elevada precisão na estimativa da área foliar do café arábica cultivar catucaí vermelho. Destaca-se o modelo proposto por Partelli et al. (2006), que mesmo utilizando somente uma medida linear e apresentando o R^2 um pouco menor que os dos modelos de Barros et al. (1973) e Antunes et al. (2008), obteve-se resultados satisfatórios e por isso pode ser considerado um modelo de grande utilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABRAMOFF, M.D. et al. Image Processing with ImageJ. **Biophotonics International**, v. 11, n. 7, p. 36-42, 2004.

ANTUNES W.C. et al. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffe (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Annals of Applied Biology**, v. 153, n. 1, p. 33-40, 2008.

BARROS, R. S. et al. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52, 1973.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de café: Safra de 2019, primeira estimativa, janeiro/2019.** Brasília: CONAB, 2019. 62p.

COSTE, R. **Les caféiers et les cafés dans le monde.** Paris: Larose, 1955. 365 p.

FAVARIN, J. L. et al. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.769-773, 2002.

LAWLOR, D. **Photosynthesis: Molecular, physiological and environmental processes.** England: Pearson Education Limited, 1993. 328 p.

PARTELLI, F. L. et al. Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, v.53, 204-210, 2006.