



MODELOS PARAMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DO ABACAXIZEIRO

EUGÊNIO FERREIRA COELHO¹; LAINA DE ANDRADE QUEIROZ²; LUANNA FERREIRA
BRAS DOS SANTOS³; TULLIO RAPHAEL PEREIRA DE PÁDUA⁴; VALÉRIA TEBINKA DOS
SANTOS⁵

INTRODUÇÃO

A área foliar apresenta relação direta com a atividade fotossintética da planta, desta forma torna-se uma variável determinante para os aspectos de produção (FRANCISCO et al., 2014). Na avaliação de crescimento das plantas a área foliar é um dos principais atributos de crescimento, dado que é onde ocorrem as trocas gasosas responsáveis pela fixação de CO₂ e produção de foto assimilados, o que se relaciona diretamente com as variáveis de produção. A determinação da área foliar, entretanto, a partir de medidas de campo inviabiliza sua determinação dado o número de folhas e características morfológicas das plantas. O abacaxizeiro é uma cultura de difícil avaliação da área foliar, pelas características morfológicas das folhas com pontas e em várias cultivares, bordas serrilhadas, densidade de plantio. A medição individual de suas folhas em campo inviabiliza o procedimento. Entretanto, da mesma forma que tem sido feito para outras culturas em que a área foliar é estimada a partir de suas dimensões, principalmente comprimento e largura (ALVES et al., 2002; LIMA et al., 2008; ZUCOLLOTO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2012; VIANA et al., 2015) a área foliar do abacaxizeiro é também possível de ser estimada por meio de modelos matemáticos, considerando folhas específicas. O trabalho teve como objetivo estimar a área foliar de plantas do abacaxizeiro cultivar Pérola a partir das dimensões de sua folha D e do número de folhas.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação foi feita numa área experimental de abacaxizeiro cultivares Pérola e Imperial onde foram feitas coletas de dados na cultura a partir de três meses do plantio numa frequência de 45 a 60 dias até a fase de florescimento. Nesse período era colhida uma planta representativa cujas folhas D tiveram suas larguras e comprimentos máximos medidos e todas as folhas foram destacadas sendo medidas seus comprimentos e larguras máximos. Em seguida essas folhas

¹ Pesquisador, EMBRAPA-Mandioca e Fruticultura, eugenio.coelho@embrapa.br

² Graduando em Agronomia, URFB-Cruz das Almas, lainadandrad@hotmail.com

³ Graduanda em Agronomia, UNESP-Ilha Solteira, luannabraz@bol.com.br

⁴ Pesquisador, EMBRAPA-Mandioca e Fruticultura, tullio.padua@embrapa.br

⁵ Engenheira Agrônoma, Bioenergia Orgânicos, vatebinka@hotmail.com

30 devidamente numeradas foram prensadas sobre folhas de papel “kraft”, tendo sido moldadas no
 31 papel que foram recortados nos moldes das folhas. Os moldes foram levados ao scanner, recortados,
 32 quando necessário para se adequar ao tamanho do scanner. Os arquivos digitalizados de cada folha
 33 foram submetidos ao “software” Rootedge para obtenção de sua área. A área foliar total de cada
 34 planta foi obtida como a somatória das áreas foliares individuais das folhas da planta. Modelos
 35 matemáticos foram ajustados aos dados área foliar como função do comprimento, da largura da
 36 folha D e do número de folhas totais de cada planta. Os modelos usados foram dos tipos
 37 multiplicativos e potenciais a exemplo dos obtidos para outras fruteiras (ALVES et al., 2002;
 38 ZUCOLLOTO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2012; VIANA et al., 2015) O ajuste dos modelos
 39 (equações 1, 2 e 3) aos dados foi com uso da ferramenta solver na planilha Excel que usa o método
 40 a minimização dos quadrados dos erros.

$$41 \quad AF = A NF (C L)^B \quad (1)$$

$$42 \quad AF = A (C L) + B NF \quad (2)$$

$$43 \quad AF = A. (C L)^B \quad (3)$$

44 Em que A e B são parâmetros, C e L o comprimento e largura da folha D e NF o número de
 45 folhas da planta. As unidades do comprimento e largura são em cm e a área foliar em m². Além
 46 desses modelos, os dados de comprimento, largura da folha D e número de folhas da planta foram
 47 submetidos a um aplicativo computacional de ajuste de modelos aos dados com base na
 48 minimização dos quadrados dos erros, cujos resultados levaram ao uso dos seguintes modelos
 49 (equações 4, 5 e 6):

$$50 \quad AF = A + \beta. C^\alpha + \gamma L^B \quad (4)$$

$$51 \quad AF = \beta. C^\alpha + NFL^B \quad (5)$$

$$52 \quad AF = A + \beta. L^\alpha + \gamma NF^B \quad (6)$$

53 A avaliação dos modelos foi feita com no coeficiente de determinação (R²), equação 7, raiz
 54 quadrada da média dos quadrados dos erros (RMSE), equação 8, média absoluta dos erros (MAD),
 55 equação 9 e o índice de concordância de Willmott (d), equação 10:

$$56 \quad R^2 = 1 - \frac{SQR}{SQ_{tot}} \quad (7)$$

$$57 \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - E_i)^2} \quad (8)$$

$$58 \quad MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - E_i) \quad (9)$$

$$59 \quad d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{O}| + |O_i + \bar{O}|)^2} \right] \quad (10)$$

60 Em que, SQR é a soma dos quadrados dos erros, SQtot é a soma dos quadrados totais,
 61 RMSE a raiz quadrada da média dos quadrados dos erros, MAD, a média absoluta dos erros e d o
 62 índice de Willmott.

63 RESULTADOS E DISCUSSÃO

64 A tabela 1 apresenta os modelos com os respectivos parâmetros. Tanto os modelos de
 65 estimativa da área foliar como função apenas do comprimento e da largura da folha D como em
 66 função da largura ou do comprimento e do número de folhas ajustaram aos dados dessas variáveis.
 67 Houve modelos que se ajustaram melhor aos dados, entretanto, complexos e de mais difícil uso.
 68 Tabela 1. Modelos matemáticos que se ajustaram aos dados de área foliar em m² (AF) como função
 69 do comprimento (C), da largura (L), ambos em cm e do número de folhas (NF).

Modelo	Variáveis independentes	Modelo
1	C, L, NF	$AF = 0,006496 NF (C L)^{0,542431}$
2	C, L, NF	$AF = 0,009823 (C. L) + 0,0731 NF$
3	C, L	$AF = 0,015583 (C L)^{1,0046341}$
4	C, L	$AF = 5,72159 + 0,980118 C^{0,512869} + 0,025689181 . L^{2,908019298}$
5	C, NF	$AF = 0,00053954. C^{1,8995} + 0,000432 NF^{2,4768}$
6	C, L	$AF = 12,6743 + 8,8694 L^{0,3689} + 0,00338.NF^{1,9068}$

70
 71 Os modelos multiplicativos e potenciais (modelos 1 e 2 da Tabela 1) foram os mais simples
 72 e de melhor ajuste aos dados em coerência com modelos de estimativa de área foliar para outras
 73 culturas (Alves et al., 2002; Zucolloto et al., 2008). A Tabela 2 mostra a avaliação dos modelos,
 74 onde, exceto para os modelos 4, 5 e 6 os indicadores de Willmott (1981) e o coeficiente de
 75 determinação foram iguais ou superiores a 0,97. Esses indicadores não são suficientes para decidir
 76 pelo modelo mais eficiente. Considerando o erro médio absoluto, a raiz quadrada da média da soma
 77 dos quadrados dos erros e o erro padrão da estimativa, os menores valores desses indicadores
 78 ocorreram para o modelo 1. Os modelos 2 e 3, apresentaram indicadores próximos aos do modelo 1.
 79 Dessa forma, os modelos 1, 2 e 3 podem ser usados para estimativa da área foliar.

80

81

82

83

84

85

86 Tabela 2. Indicadores estatísticos da avaliação dos modelos de estimativa da área foliar como
 87 função do comprimento, largura da folha D e numero de folhas totais

Modelo	MEA	RMSE	Erro Padrão da média	D	R ²
1	0,334	40,15	0,460	0,98	0,98
2	0,385	47,90	0,572	0,99	0,98
3	0,494	60,24	0,683	0,97	0,97
4	1,083	113,83	1,290	0,82	0,91
5	1,266	145,47	1,650	0,79	0,85
6	0,938	118,68	1,34	0,87	0,90

88

89

CONCLUSÕES

90

91

92

93

94

95

96

97

98

REFERÊNCIAS

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

A área foliar total de uma planta de abacaxi (AF) pode ser estimada em função do comprimento, da largura máxima da folha D e do número de folhas pelo modelo paramétrico $AF = 0,006496 NF (C L)^{0,542431}$. Também pode ser estimada apenas pela largura máxima da folha D e do número de folhas da planta pelo modelo paramétrico $AF = 12,6743 + 8,8694 L^{0,3689} + 0,00338 NF^{1,9068}$ ou pelo comprimento da folha D e pelo número de folhas da planta pelo modelo $AF = 0,00053954 C^{1,8995} + 0,000432 NF^{2,4768}$, sendo L a largura máxima da folha D em cm, C o comprimento da folha D em cm e NF o número de folhas da planta.

FRANCISCO, J.P.; DIOTTO, A.V.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, L.D.B.; PIEDADE, S.M.S.; Estimativa da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória por meio de relações alométricas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 285-293, Junho 2014.

LIMA, C.J.G.S.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; OLIVEIRA FILHO, A.F. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Revista Caatinga** Mossoró, v.21. n.1 p120-127 Jan/Mar 2008

OLIVEIRA, A.G.; NATALE, W.; ROSA, R.C.C.; JUNGHANS D.T. Desenvolvimento da folha “D” do abacaxizeiro Imperial em função da adubação com nitrogênio e potássio. **Anais...** In XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012. Bento Gonçalves-RS, 2012.

VIANA P.C.; LIMA, J.G.A.; MENEZES, R.V.; COLEHO, E.F.; BARROSO, N.I.S.; PEREIRA, M.M. Modelo matemático para estimativa da área foliar para cultivar de bananeira platamo “D’angola. **Resumo** In: XXV CONIRD-Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2015, São Cristóvão-SE, 2015.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J.S.S.; COELHO R.I. “Modelo matemático para estimativa de área foliar total de bananeira ‘Prata-anã’” **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabel vol.30 n.4. Dez. 2008