

AJUSTE DE MODELOS DE ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA MAMONA COM O USO DE MEDIDAS SIMPLES

GERVÁSIO F. A. RIOS¹; PIETROS A. B. DOS SANTOS²; LUCAS CENTURION³; SAMUEL W.
RESENDE⁴; LUIZ G. DE CARVALHO⁵;

¹ Doutorando, Universidade Federal de Lavras – gervasiorios@yahoo.com.br.

² Graduando em Engenharia Agrícola., Universidade Federal de Lavras – paballbino@hotmail.com.

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras – lucas_centurion@hotmail.com

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras – samuelwr88@gmail.com

⁵ Professor Dr., Universidade Federal de Lavras – lgonsaga@deg.ufla.br

RESUMO: O presente trabalho foi realizado no campus experimental da Universidade Federal de Lavras com o objetivo de avaliar e propor método não-destrutivo de estimativa da área foliar da mamoneira *Ricinus communis* L , variedade IAC 2028, irrigada por gotejamento, mediante ajustes de modelos(equações) linear, quadrático e potencial a partir de um ou mais medidas lineares da folha de fácil obtenção. Foram analisadas 474 folhas, incluindo-se o máximo de variabilidade quanto à idade da folha, tamanho de folha e posição na planta. As folhas foram fotografadas no campo, de forma não-destrutiva, por câmera digital e, posteriormente, processadas no software Image J® para obtenção da área e das medidas da largura (L) e nervura principal (P) da folha. Todos os modelos apresentaram bons resultados, Os melhores ajustes dos modelos tiveram coeficiente de determinação para modelos com duas variáveis, recomendando-se também, para casos de fácil obtenção no campo e não se requer maior precisão, modelos de uma variável.

PALAVRAS-CHAVE: *Ricinus communis* L., medidas foliares, foto digital, processamento de imagem.

SUMMARY: This study was conducted at the experimental campus Universidade Federal de Lavras in order to evaluate and propose non-destructive method for estimating leaf area of the castor bean *Ricinus communis* L, IAC 2028, drip irrigated, by adjusting the models (equations) linear, quadratic and potential from one or more linear measurements of the sheet easy to obtain. 474 sheets were analyzed, including the maximum variability in leaf age, leaf size and position in the plant. The leaves were photographed in the field of non-destructive manner, for digital camera and subsequently processed in Image J ® software to obtain the area and measures the width (L) and midrib (P) of the sheet. All models showed good results, the best fitting models had a coefficient of determination for models with two variables, it is also

recommended for cases of easily obtainable in the field and does not require greater precision, models of a variable.

KEYWORDS: *Ricinus communis* L., measures leaf, digital photo, image processing.

INTRODUÇÃO: Devido a necessidades de produção em ampla escala desta oleaginosa, nas ultimas décadas, o setor agrícola vem sofrendo. Sendo assim é de grande importância a pesquisa científica para auxiliar os agricultores a lidarem com essas mudanças. Dentre várias pesquisas de importância, a determinação da área foliar de plantas é uma formidável ação, pois permite ao pesquisador obter alguns indicativos de resposta referentes aos tratamentos aplicados e trabalhar com as variáveis levantadas em campo. A área foliar vem sendo pesquisada constantemente devido a seu grau de importância para a planta, pois está diretamente relacionada com a absorção e interceptação da luz, à capacidade fotossintética e a área de cobertura do solo, sendo assim, existem varias formas de se obter a área foliar, contudo, vários métodos usados atualmente são inadequados, por serem métodos destrutivos e outros por dependerem de aparelhos caros ou de difícil locomoção, aparelhos que em geral que só se encontram disponíveis em laboratórios e que exigirem excessiva mão-de-obra na execução.

Em meio às diversas formas de se obter a área foliar (AF), a utilização de relações matemáticas entre alguns comprimentos das folhas e a área foliar total, são mais fácil de executar, pois a medida desejada pode ser obtida de maneira simples, sem depender de aparelhos. Em várias culturas, essas relações matemáticas já foram estudadas e usadas para gerar estatísticas (ASHLEY et al., 1963; OGA et al., 1994; SILVA et al., 1998; SILVA et al., 2002).

Diante a todos estes fatores, este trabalho objetivou ajustar e propor modelos de estimativa da área foliar (AF) da mamona a partir de medidas lineares de fácil obtenção em campo.

MATERIAL E MÉTODO: Esse trabalho foi realizado visando estimar a área foliar da mamona, *Ricinus communis* L., variedade IAC 2028 irrigada por gotejamento, com base em um experimento em fase de execução, instalado na área de pesquisa da Universidade Federal de Lavras desde janeiro de 2011. Essa região caracterizada por possuir Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2006), clima tropical de altitude, com chuvas intensas no verão e escassas no período de inverno, possuindo precipitação média anual de 1530mm e temperatura média anual de 19,4°C (Dantas et al., 2007). O

município de Lavras está situado na região do Sul de Minas Gerais, tendo as coordenadas geográficas de latitude e longitude respectivamente iguais a 21° 14'S e 45° 00' W, com altitude de 920 m.

Para ajuste dos modelos e determinação de área e medidas lineares da folha 474 folhas foram fotografadas com câmara digital(Olympus, fe-340, 8megapixel) em folhas dos terços (extratos) inferior, médio e superior das plantas úteis de 79 parcelas das 85 no experimento, em duas avaliações mensais, com o máximo de variabilidade possível. As fotografias foliares foram obtidas a uma distancia fixa, mediante uso de um suporte móvel(lâmina forrada com papel milimetrado) em desenvolvido e aprimoramento e as imagens processadas no software ImageJ® para obtenção da área e das medidas lineares, conforme (Severino ET AL., 2005), cuja descrição é apresentada a seguir: Nervura Principal (P): distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade do maior lóbulo, o qual geralmente se encontra direcionado para baixo; Largura (L): distância entre as extremidades de dois lóbulos de forma que a linha de medição se aproxime o máximo possível da perpendicular da direção em que se mediu nervura principal(P); Nervuras Laterais (T):distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade dos lóbulos cujas nervuras se aproximam o máximo possível da direção perpendicular à nervura principal, considerada nesse trabalho como aproximada à metade da distância da largura ($T=L/2$) no ajuste e aplicação de alguns modelos; Comprimento (C): distância entre a extremidade na nervura principal (explicada anteriormente) e o vértice formado pelo ponto de junção dos dois lóbulos superiores, considerado como aproximado à distância da nervura principal(P) no ajuste e aplicação de alguns modelos; As dimensões citadas acima podem ser visualizadas na Figura 2 abaixo.

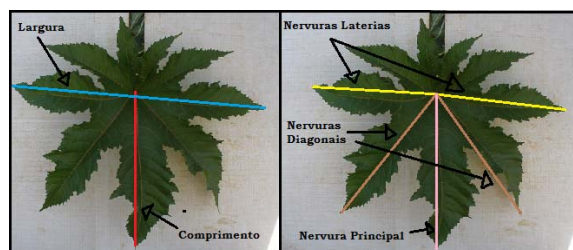


Figura 2:Medidas lineares obtidas nas folhas de mamoneira: comprimento, largura, nervura principal, nervuras diagonais e nervuras laterais. Lavras, MG, 2011.

Os modelos idealizados foram 12, considerando-se comportamentos lineares, quadráticos e de potência, em que as variáveis independentes foram consideradas isoladamente ou em combinação dupla (Tabela 1).

Tabela 1. Modelos teóricos e equações a serem ajustadas para estimativa da área foliar da mamoneira, em função de medidas foliares. Lavras, MG, 2011.

Mod.ajustado			
Cód.	Modelo	Cód.	Modelo
c1	$A=aP+b+e$	c7	$A=a(P+T)^2$
c2	$A=aL+b+e$	c8	$A=aP^b+e$
c3	$A=aP^2+e$	c9	$A=aL^b+e$
c4	$A=aL^2+e$	c10	$A=a(P+L)^b+e$
c5	$A=AP*L+e$	c11	$A=a(P+T)^b+e$
c6	$A=a(P+L)^2+e$	c12	$A=P^a+L^b+e$

a)A= área foliar, L=largura da folha, P=comprimento da nervura principal, T=média das duas nervuras laterais, a e b= parâmetros calculados, e = erro aleatório; b) ci (i=1, 2,...) = códigos dos modelos a serem ajustados.

Para cada modelo determinaram-se os coeficientes que melhor ajustaram a curva com os dados da área foliar, assim como o coeficiente de determinação (R^2) de cada equação. Os cálculos foram feitos no programa Microsoft Excel®. A avaliação das equações foi então complementada por critérios, como: facilidade de obtenção das medidas, facilidade de cálculo e número de medidas necessárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Tabela2: Caracterização das medidas expeditas da folha por classes de largura de folha (L), Lavras, MG, 2011.

Limites de Classes(A, cm ²)						
LI	LS	Classes*	n.folhas	P(cm)	L (cm)	A(cm2)
0	50	PP	2	6.2	8.2435	44.465
50	200	P	81	10.87	15.99	140.34
200	400	M	138	15.91	23.94	310.83
400	800	G	233	21.44	34.09	568.64
800	1200	GG	20	26.8	42.62	886.59
Mím	-	-	-	6.14	8.14	42.08
Máx	-	-	-	32.35	46.52	1142.14
Média	-	-	-	17.93	27.82	430.83

*cinco classes de largura de área foliar a partir de M para mais (G e GG) e para menos (P e PP).

Os dados das medidas lineares e a área foliar (A) apresentaram bons coeficientes de relação (r), sendo L ligeiramente mais correlacionada com A (0,967) que P(0,963), ambas, P e L, se correlacionadas com $r = 0,963$. Na tabela 2 são apresentados características das folhas analisadas por classe de área, cujas classes M(200 a 400 cm²) e G(400 a 800 cm²) têm área média de 311 e 569cm² e são as mais numerosas com cerca de 78% dos dados total. Na Tabela 3 estão apresentados os coeficientes a e b dos modelos e seus coeficientes de determinação(R^2) que ficaram acima de 0,92. Os modelos baseados em uma variável isolada apresentaram os piores R^2 , ficando baixo de 0,97, a exceção dos modelos quadráticos C3 e C4 que se sobressaíram mais que C1,C2, C8 e C9. Dentre os modelos os baseados em duas medidas da folha os melhores R^2 destacaram-se o modelo C12, os quadráticos C6 e C7 e o potencial C11 que, utilizando o comprimento da nervura principal e a metade da largura em substituição à média das nervuras laterais ($T \approx L/2$), não apresentou melhor ajuste em comparação aos modelos anteriores, resultado distinto do obtido por Severino et al., (2005) com outros quatro genótipos diferentes.

Tabela 3. Paramentos ajustados dos modelos teóricos para estimativa da área foliar da mamoneira, em função de medidas foliares. Lavras, MG, 2011.

Mod.ajustados				Mod.ajustados			
Cód/Modelo	a	b	R ² *	Cód/Modelo	a	b	R ² *
c1 A=aP+b	41,052	-315,323	0,928	c7 A=a(P+T') ²	0,377	-	0,991
c2 A=aL+b	24,085	-249,836	0,935	c8 A=aP ^b	1,374	1,957	0,956
c3 A=aP ²	1,200	-	0,987	c9 A=aL ^b	1,074	1,775	0,964
c4 A=aL ²	0,480	-	0,984	c10 A=a(P+L) ^b	0,303	1,875	0,977
c5 A=AP*L	0,765	-	0,990	c11 A=a(P+T') ^b	0,531	1,908	0,976
c6 A=a(P+L) ²	0,181	-	0,990	c12 A=P ^a +L ^b	1,622	1,507	0,990

a) A= área foliar, L=largura da folha, P=comprimento da nervura principal, T=média das duas nervuras laterais, a e b= parâmetros calculados, e = erro aleatório; b) ci (i=1, 2...) = códigos dos modelos a serem ajustados; c) * = modelos significativos pelo teste F.

Como a finalidade da estimativa de qualquer modelo é facilitar e tornar ágil a obtenção de medidas numa maior amplitude de variação possível, considerando os casos em que o importante é a correlação entre os valores estimados e os valores reais, tolerando-se certa margem de erro, os modelos C2 e C3 também podem ser considerados de bons resultados, conforme se observa nos gráficos da Figura 1.

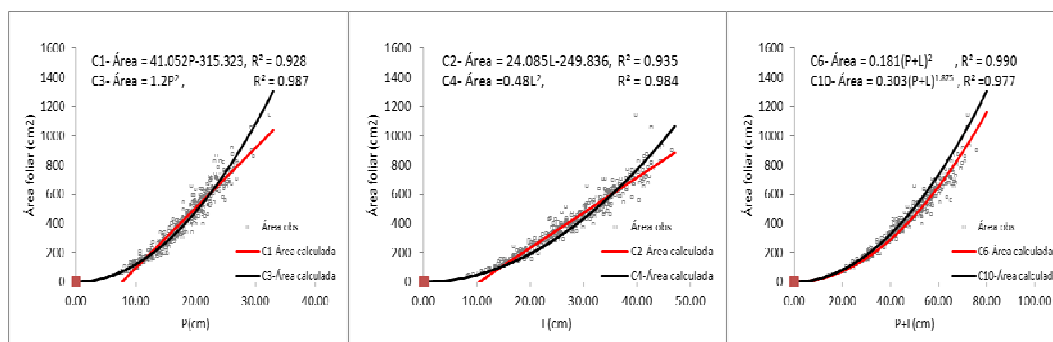


Figura 1. Regressão dos valores de área foliar da mamoneira observada segundo medidas da folha (L=largura da folha, P=comprimento da nervura principal, T=média das duas nervuras laterais) e os modelos C1, C2, C3, C4, C6 e C10. Lavras, MG 2011.

CONCLUSÕES: Conclui-se que todos os 12 modelos apresentado e analisados no presente trabalho tiveram bons ajustes, com valores de coeficiente de determinação R² acima de 0,92, com destaque para os modelos baseados em duas medidas da folha que apresentaram os melhores ajustes com R² acima de 0,97.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro do CNPq, CAPES e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

ASHLEY, D.A.; DOSS, B.D.; BENETT, O.L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, v. 55, p. 584-585, 1963.
DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G. DE; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

OGA, F.M.; FONSECA, C.E.L. Um método rápido para estimar área foliar em

mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 571-577, abr. 1994.

RODRIGUES FILHO, A. **A cultura da mamona**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2000. 20 p. (Boletim técnico).

SEVERINO, L. V.; CARDOSO, G.D; VALE, L.S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, **55**. Campina Grande, 2005. 20p.

SILVA, L.C.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; ALVES, J.; JERÔNIMO, J.F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum*). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, PB. v. 6, n. 1, p. 491-496, jan-abr. 2002.

SILVA, N.F.; FERREIRA, F.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A. Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. **Revista Ceres** v. 45, n. 259, p. 287-291, 1998.