

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM *Jatropha curcas* L. EM DIFERENTES TAMANHOS DE FOLHAS¹

Deisnara Giane Schulz², Rubens Fey³, Ademar Novais Istchuk⁴, Neusa Francisca Michelin Herzog⁵, Marlene de Matos Malavasi⁶ e Ubirajara Contro Malavasi⁷

RESUMO: Objetivou-se comparar métodos não destrutivos para determinação de área foliar em pinhão manso. As avaliações foram conduzidas na área experimental da UNIOESTE localizada no município de Pato Bragado-PR. Classificou-se 120 folhas, como pequenas, médias e grandes e determinadas as áreas foliares pelo método QUANT e pelas dimensões largura (L) e comprimento (C) pelas equações $0,80 \cdot C \cdot L^{0,99}$, $L^{1,87}$, $0,8592 + 0,8282 \cdot L \cdot C$ e $L^{1,8929}$. Os dados foram analisados em delineamentos inteiramente casualizados com dois arranjos: 1) 5x40, sendo cinco métodos de determinação (QUANT, $0,80 \cdot C \cdot L^{0,99}$, $L^{1,87}$, $0,8592 + 0,8282 \cdot L \cdot C$ e $L^{1,8929}$) e quarenta repetições. Neste arranjo foram analisadas as áreas foliares em folhas pequenas, médias e grandes isoladamente; 2) 5x3x40, sendo cinco métodos de determinação (idem ao arranjo anterior), três tamanhos de folhas, e quarenta repetições. Concluiu-se que a determinação da área foliar pelo método da L e C em pinhão manso apenas de folhas pequenas com a equação $AF = L^{1,8929}$ e em folhas grandes da equação $AF = 0,80 \cdot C \cdot L^{0,99}$ não são indicadas. Para determinar a área foliar de uma planta de pinhão manso, considerando o conjunto de folhas pequenas, médias e grandes a equação $AF = L^{1,8929}$ é recomendada.

PALAVRAS-CHAVE: QUANT, largura foliar, comprimento foliar

COMPARISON OF METHODS TO ESTIMATE LEAF AREA IN *Jatropha curcas* L. IN DIFFERENT SIZES OF LEAVES

SUMMARY: This essay compared non destructed methods to quantify leaf area of pinhão manso from plants established at Pato Bragado-PR. One hundred twenty leaves were classified as small, medium and large, by the software QUANT and by the length (C) and width (L) measurements using the equations $0.80 \cdot C \cdot L^{0,99}$, $L^{1,87}$, $0,8592 + 0.8282 \cdot L \cdot C$ and $L^{1,8929}$. The results were analyzed as a random design either: a) 5 x 40 compared by five quantification methods (QUANT, $0.80 \cdot C \cdot L^{0,99}$, $L^{1,87}$, $0.8592 + 0.8282 \cdot L \cdot C$ and $L^{1,8929}$) whit forty repetitions each leaf class. Or 2) as a 5 x 3 x 40 compared by five quantification methods, three leaf classes and forty replication. It was concluded that equation $AF = L^{1,8929}$ and $AF = 0,80 \cdot C \cdot L^{0,99}$ are not recommended when only small or large leaves are measured respectively. The equation $AF = L^{1,8929}$ has shown to be appropriate to quantify area of leaves regardless of size.

KEYWORDS: QUANT, leaf width, leaf length

¹ Contribuição inédita e original, sem avaliação para outra publicação.

² Mestranda, Bióloga, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon. PR. deisi_gs@hotmail.com;

³ Doutor, Engenheiro Agrônomo e pesquisador CAPES/PNPd, Unioeste- *campus* Marechal Cândido Rondon. PR;

⁴ Graduando em agronomia, Unioeste- *campus* Marechal Cândido Rondon. PR

⁵ Doutoranda, Bióloga, Unioeste- *campus* Marechal Cândido Rondon. PR

⁶ Doutora, Engenheira Agrônoma, Prof^a. do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste - *campus* Marechal Cândido Rondon. PR.

⁷ PhD, Engenheiro Florestal, Prof. do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste - *campus* Marechal Cândido Rondon. PR.

INTRODUÇÃO

O pinhão manso – *Jatrofa curcas* L. (Euphorbiaceae) do gênero *Jatropha* contendo cerca de 170 espécies conhecidas, sendo encontrado em quase todos os países tropicais e subtropicais do mundo (BRITTO et al. 2009). A espécie é uma árvore de crescimento rápido, caducifóleo, e atingir medidas superiores a 5 metros de altura. Os frutos são do tipo cápsula ovóide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, trilocular, contendo via de regra três sementes, sendo uma semente por lóculo (SATURNINO et al.; DIAS et al., 2007).

O teor de óleo nas sementes esta entre 33 e 38 % (DIAS et al., 2007) e a produtividade da cultura chega a 4.000 kg ha⁻¹ de óleo (HELLER, 1996). Estudos têm demonstrado o potencial uso deste óleo na fabricação de biodiesel, que poderia reduzir a dependência do principal combustível fóssil (petróleo) e ainda contribuir para redução na emissão de gases do efeito estufa (BRITTAINE; LUTALADIO, 2010). Outra característica importante desta planta é a capacidade de desenvolver-se em diferentes condições de solo e clima (ARRUDA et al., 2004) e com possibilidade do seu plantio em áreas se Reserva Legal.

Considerando-se a importância dessa planta, entende-se a grande necessidade de estudos básicos em relação à espécie, neste aspecto utiliza-se de vários parâmetros para quantificação de mensurações que contribuam na demonstração de resultados concretos destes estudos. Dentre os parâmetros destaca-se o conhecimento da área foliar, que segundo BENINCASA (1988) possui papel fundamental, sendo talvez o mais importante parâmetro na avaliação do crescimento e a produtividade do vegetal.

A mensuração da área foliar de plantas permite ao pesquisador obter indicativo de resposta de tratamentos aplicados sendo uma ação importante, pois esta variável se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética e de interceptação da luz, interfere na cobertura do solo, na competição com outras plantas e principalmente com a produção vegetal (SEVERINO et al., 2005).

Vários métodos são utilizados para se medir a área foliar com boa precisão, sendo eles classificados em destrutivos e não-destrutivos, diretos ou indiretos (MARSHALL, 1968). Os métodos destrutivos ou laboratoriais requerem normalmente equipamentos caros, dentre eles estão o métodos dos discos foliares, em que se estima a área foliar real por meio de vazadores com área conhecida e do peso do restante da folha, outro método consiste na pesagem das silhuetas, em que se realiza a comparação entre o peso de uma área conhecida de papel com densidade definida e os pesos das silhuetas das folhas sobre eles, utiliza-se também o da medição direta, realizada com uso de medidores automáticos de área foliar, e o gravimétrico ou planimétrico (HUERTA, 1962; PINTO, et al., 1979; REIS; MÜLLER, 1979; LUCCHESI, 1984; BENINCASA, 1988).

Os métodos não-destrutivos caracterizam-se por aqueles em que a área foliar verdadeira pode ser estimada por meio de medidas lineares tomadas nas folhas (comprimento x maior largura) pela equação de regressão linear entre as medidas lineares tomadas na folha e um método padrão, realizado em laboratório (BARROS et al., 1973; PINTO et al., 1979). Outro seria por meio de um fator de correção (K), calculado do quociente entre o somatório das áreas calculadas pelo método padrão e o somatório das áreas calculadas pelas medidas lineares das folhas (BARROS et al., 1973).

Destaca-se a importância da utilização de métodos não-destrutivos para garantir a integridade da planta, o que pode interferir nos resultados finais do trabalho, e ainda a possibilidade de acompanhar o crescimento e a expansão foliar da mesma planta até o final do experimento, além da facilidade nas realizações das avaliações sem necessitar de equipamentos especializados.

Para tornar mais fácil a obtenção da área foliar, geralmente procura-se desenvolver relações matemáticas entre algumas dimensões das folhas (comprimento e Largura) e a área foliar total, de forma que a medida desejada possa ser obtida de maneira simples e sem dependência de aparelhos (SEVERINO, 2005).

Neste contexto destaca-se trabalhos que discutem a precisão destes métodos, como foi apresentado por Tavares-Júnior et al. (2002) que testou a correlação com a área foliar real obtida pelo método destrutivo dos discos foliares, o de obtenção por imagens digitais, em relação a área medida por parâmetros dimensionais das folhas em cafeeiro, e observou menor precisão e exatidão pela utilização de medidas foliares.

Atualmente utilização de imagens digitais de alta definição para obtenção de área foliar pode ser realizada de modo rápido e simples, além do fácil acesso a este produto. Esses equipamentos garantem a eficácia para trabalho em campo de estimava de área foliar por serem portáteis, mais baratos que outros aparelhos e talvez mais precisos que o método de dimensões foliares. Nesse método, imagens digitais calculam a área com base na escala e na resolução (dots per inch - dpi) em que foi obtida a fotografia, por meio de um software que estima a área de cada elemento que compõe a imagem (pixel), divide a imagem em duas categorias (folha e não folha) e integra os elementos que pertencem à mesma categoria (ADAMI et al., 2007).

Porém nem sempre se tem a disponibilidade dos equipamentos necessários para medição, e alternativas mais simples, como o uso de equações a partir de dimensões de largura e comprimento do limbo foliar com o uso de uma régua milimetrada, tem recebido destaque, pela rapidez e baixo custo. Para várias culturas esse método já esta sendo usado, mas para o pinhão manso ainda há contradições sobre a equação mais adequada.

SEVERINO et al. (2007) realizou estudos em pinhão manso para a determinação de fórmulas para cálculo de área foliar a partir de medidas foliares de fácil obtenção, sendo a medida da nervura principal da folha e maior dimensão aproximadamente perpendicular à nervura principal. Este autor destacou duas equações possíveis para quantificação de área foliar sendo a primeira equação utiliza as duas variáveis estudadas medindo comprimento (C) e largura (L) aplicando a equação $A = 0,84 (P*L)^{0,99}$ onde obteve-se R^2 de 0,98, e a segunda equação sendo, $A = 1,00L^{1,87}$ utiliza apenas a variável largura (cm) onde o R^2 obtido foi de 0,97.

TIBOLA (2009) destacou as equações utilizadas por SEVERINO (2007) e comentou que estas subestimam demasiadamente os valores de área foliar estimada (AF_e) gerando valores que ficam fora do intervalo de confiança de 95% não representando fielmente a área foliar.

Diante do exposto objetivou-se com o presente trabalho determinar o modelo matemático que melhor estima a área foliar de *Jatropha curcas* com diferentes tamanhos de folhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido na Estação Experimental Mario Cesar Lopes (lat e long) pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste - *campus* de Marechal Cândido Rondon em área cultivada com pinhão manso a 3 anos. A classificação do solo consta como Latossolo Vermelho eutroférico de textura muito argilosa e o clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (CRITCHFIELD, 1960), do tipo Cfa, Subtropical úmido (Mesotérmico), verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco freqüentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação definida.

Foram determinadas as áreas foliares de 120 folhas de pinhão manso pelo método não destrutivo e classificadas em três classes de tamanho (pequenas, médias e grandes), conforme tabela 1. As áreas foliares foram medidas pelo método QUANT (v.1.0) desenvolvido para quantificação de doenças em plantas (VALE et al., 2002). Nesse método, imagens digitais calculam a área com base na escala e na resolução (dots per inch - dpi) em que foi obtida a fotografia, por meio de um software que estima a área de cada elemento que compõe a imagem (pixel), divide a imagem em duas categorias (folha e não folha) e integra os elementos

que pertencem à mesma categoria (ADAMI et al., 2007). O resultado obtido possui exatidão adequada.

As mesmas folhas foram mensuradas manualmente com uma régua milimetrada a sua largura (L) e comprimento (C), considerando como C o tamanho da nervura principal a distância entre o ponto de inserção do pecíolo e a extremidade inferior da folha. Como L considerou-se a maior dimensão aproximadamente perpendicular à nervura principal.

Após estas mensurações de L e C utilizou-se duas equações propostas por SEVERINO et al (2007) e duas equações indicadas por TIBOLA et al. (2009) conforme tabela 2, consideradas por estes autores adequadas para determinação da área foliar de pinhão manso. Os dados foram analisados por dois delineamentos inteiramente casualizados em dois arranjos: a) simples, 5 x 40, sendo cinco métodos de determinação ($QUANT$, $0,80 \cdot C \cdot L^{0,99}$, $L^{1,87}$, $0,8592 + 0,8282 \cdot L \cdot C$ e $L^{1,8929}$) e quarenta repetições, perfazendo um total de 200 dados. Neste arranjo foi analisado separadamente as áreas foliares em folhas pequenas, médias e grandes isoladamente; b) fatorial, 5 x 3 x 40, sendo cinco métodos de determinação (idem ao arranjo anterior), três tamanhos de folhas (pequenas, médias e grandes) e quarenta repetições, perfazendo um total de 600 dados;

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade em ambos os arranjos. Também realizou-se testes de correlação de Pearson (r), entre as áreas foliares obtidas pelos diferentes métodos de estimação de área foliar. Utilizou-se o software estatístico SISVAR versão 4.0 (FERREIRA, 2000) e SAEG (2007) para processamento dos dados.

Tabela 1. Caracterização das amostras e das classes de tamanho¹ de folhas de pinhão manso utilizadas

Classe	folhas avaliadas	Média	Menor valor	Maior valor	Desvio padrão
--- folhas ---	--- un ----	----- cm ² -----			
Pequenas	40	34,69	17,48	66,28	11,79
Médias	40	103,11	68,00	148,16	22,81
Grandes	40	201,48	149,80	299,63	30,49
Total	120				

¹ Área foliar determinada com software QUANT.

Tabela 2. Modelos teóricos testados para obtenção da área foliar do pinhão manso recomendados por dois autores a partir de valores de comprimento da nervura principal (C) e da largura (L)

Modelo teórico	Referência
$0,80 \cdot C \cdot L^{0,99}$ $L^{1,87}$	SEVERINO et al. (2007)
$0,8592 + 0,8282 \cdot L \cdot C$ $L^{1,8929}$	TIBOLA et al. (2009)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise em arranjo simples 5 x 40

Ao interpretar os dados em análises isoladas (para folhas pequenas, médias e grandes), foram observadas correlações significativas (Tabela 3) e diferenças ($p < 0,05$) entre os métodos de estimação da área foliar em pinhão manso (Tabela 4).

Considerando-se os resultados apresentados na tabela 3, todos os métodos analisados possuem correlação significativa ($p < 0,01$). Este resultado era esperado, porque todas as equações já foram selecionadas e definidas em outros trabalhos (SEVERINO et al., 2007 e TIBOLA et al., 2009). Porém correlações significativas com um método padrão (QUANT) não são suficientes para concluir que as equações a partir das dimensões de comprimento e largura do limbo foliar são adequadas.

A determinação da área foliar em pinhão manso apenas em folhas pequenas mostra-se inadequada quando aplicada à equação $AF = L^{1,8929}$, sugerida por TIBOLA et al. (2009). Esta equação superestima a área foliar ($p < 0,05$), em comparação a obtida pelo método QUANT (Tabela 4), apesar de ter correlação significativa (Tabela 3). Estes resultados foram obtidos considerando uma alta variação entre as repetições ($CV\% = 30,91$), entre 17,48 e 66,28 cm^2 (Tabela 1), necessárias para a validação do método, mas que dificulta a visualização da diferença estatística. Nas demais equações analisadas não foi possível verificar diferença ($p > 0,05$). Neste caso seria necessário ainda um outro cálculo para ajustar os resultados, substituindo o valor obtido (e) na equação de ajuste da tabela 3.

Em folhas médias (68,0 a 148,16 cm^2) a média geral da área das folhas foi de 103,05 cm^2 . A médias encontradas pelos diferentes métodos de determinação foram semelhantes ($p > 0,05$), o que possibilita o uso de qualquer equação analisada para avaliar a área foliar em folhas de tamanho médio de pinhão manso. Estes resultados corroboram os obtidos por SEVERINO et al. (2007) e TIBOLA et al. (2009).

A Utilização a equação $0,80 * C * L^{0,99}$ para determinação de área foliar apenas em folhas grandes de pinhão manso subestimou ($p < 0,05$) os resultados (Tabela 4). Este resultado corrobora os obtidos TIBOLA et al. (2009) e demonstram, neste caso, não ser adequados para estimar corretamente a área foliar e também necessitam ser ajustadas (Tabela 3), procedimento considerado inadequado. Nas demais equações os resultados foram semelhantes ($p > 0,05$) ao QUANT.

Tabela 3. Correlação linear de Pearson (r) e equações de ajuste entre a área foliar (AF) de pinhão manso obtida por equações matemáticas com a medida pelo método QUANT em folhas pequenas, médias e grandes

Equação(e) de AF	r	Equação de ajuste	R ²
QUANT ¹ (Q)			
----- Folhas pequenas -----			
$0,80 * C * L^{0,99}$	0,84**	$Q = 0,8765e + 4,2105$	0,71
$L^{1,87}$	0,89**	$Q = 0,6825e + 6,5348$	0,80
$0,8592 + 0,8282 * (L * C)$	0,84**	$Q = 0,8485e + 3,7985$	0,71
$L^{1,8929}$	0,89**	$Q = 0,6430e + 6,9107$	0,80
----- Folhas médias -----			
$0,80 * C * L^{0,99}$	0,72**	$Q = 0,7613e + 29,652$	0,51
$L^{1,87}$	0,64**	$Q = 0,6351e + 37,674$	0,40
$0,8592 + 0,8282 * (L * C)$	0,72**	$Q = 0,7305e + 29,682$	0,51
$L^{1,8929}$	0,64**	$Q = 0,5930e + 38,400$	0,40
----- Folhas grandes -----			
$0,80 * C * L^{0,99}$	0,67**	$Q = 0,8272e + 53,178$	0,44
$L^{1,87}$	0,60**	$Q = 0,6604e + 77,911$	0,36
$0,8592 + 0,8282 * (L * C)$	0,67**	$Q = 0,7879e + 54,021$	0,44
$L^{1,8929}$	0,60**	$Q = 0,6116e + 79,438$	0,36

** Significativo a 1 %

L = largura (cm) e C = comprimento (cm)

¹ Considerado como padrão

Tabela 4. Área foliar (AF) de pinhão manso obtida por cinco métodos de determinação não destrutivos em folhas pequenas, médias e grandes

Método	Pequenas	Médias	Grandes
	----- cm ² -----		
AF = QUANT ¹	34,25 b	103,55 a	201,48 a
AF = 0,80*C*L ^{0,99}	34,27 b	97,07 a	179,27 b
AF = L ^{1,87}	40,61 ab	103,72 a	187,12 ab
AF = 0,8592+0,8282*(L*C)	34,89 ab	101,12 a	187,14 ab
AF = L ^{1,8929}	42,52 a	109,82 a	199,53 a
Média	37,51	103,05	190,91
Diferença mínima significativa (DMS)	7,14	13,73	17,13
Coeficiente de variação (%)	30,91	21,64	14,57

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05)

L = largura (cm) e C = comprimento (cm)

¹ Considerado padrão

Análise em arranjo fatorial 5 x 3 x 40

Pode ser observado que também houve correlação (Tabela 5) e interação (Tabela 6) entre os métodos empregados para medir área foliar e o tamanho das folhas do pinhão manso.

A correlação obtida ao estudar as folhas de 14,48 a 299,66 cm² em análise única, foi superior das obtidas por análise isolada (pequenas, médias e grandes) (Tabelas 3 e 5). Este resultado reforça a capacidade das equações sugeridas por Severino et al. (2007) e Bitola et al. (2008) em estimar a área foliar do pinhão manso. Esta capacidade é confirmada caso não haja diferenças (p>0,05) na variância entre os métodos.

Conforme apresentado na tabela 6, houve diferença (p<0,05) no desdobramento das variáveis. Verifica-se que em folhas pequenas não é possível verificar diferença (p>0,05) entre as áreas foliares. Este resultado é diferente do analisado anteriormente considerando apenas a análise utilizando folhas pequenas, pois a DMS na tabela 6 é maior da tabela 4, o que dificulta a visualização da diferença.

Em folhas grandes as diferenças (p<0,05) foram mais pronunciadas quando comparadas a tabela 4. Isso porque o DMS diminuiu, auxiliado pela participação das folhas de menor tamanho na análise estatística. Considerando-se que normalmente a determinação da área foliar em pinhão manso é realizada por amostragem das folhas pequenas, médias e grandes, este arranjo é mais apropriado, mascarando porém, diferenças entre as folhas pequenas e pronunciando diferenças entre as folhas grandes. Mas neste caso a equação AF = L^{1,8929}, que considera somente a largura do limbo foi a mais indicada não necessitando de nenhum ajuste (Tabela 6), o que agiliza a coleta de dados a campo. Em folhas médias, todas equações foram semelhantes (p>0,05).

Tabela 5. Correlação linear de Pearson (r) e equações de ajuste entre a área foliar (AF) de pinhão manso obtida por equações matemáticas com o método QUANT

Equação de AF	r	Equação de ajuste	R ²
	QUANT		
0,80*C*L ^{0,99}	0,97**	y = 1,1220x - 3,0787	0,94
L ^{1,87}	0,96**	y = 1,0867x - 6,9740	0,92
0,8592+0,8282*(L*C)	0,97**	y = 1,0752x - 3,0854	0,94
L ^{1,8929}	0,96**	y = 1,0135x - 5,7812	0,92

** Significativo a 1 %

L = largura (cm) e C = comprimento (cm)

Tabela 6. Área foliar (AF) de pinhão manso obtida por cinco métodos de determinação não destrutivos

Método	Pequenas	Médias	Grandes
	----- cm ² -----		
AF = QUANT ¹	34,25 a	103,55 a	201,48 a
AF = 0,80*C*L ^{0,99}	34,27 a	97,07 a	179,27 b
AF = L ^{1,87}	40,61 a	103,72 a	187,12 bc
AF = 0,8592+0,8282*(L*C)	34,89 a	101,12 a	187,14 bc
AF = L ^{1,8929}	42,52 a	109,82 a	199,53 ab
Média Geral		110,49	
Diferença mínima significativa (DMS)		13,24	
Coeficiente de variação (%)		19,59	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05)

L = largura (cm) e C = comprimento (cm)

¹ Considerado padrão

Durante o desenvolvimento da folha do pinhão-manso, modificações de forma foram observadas. Isto explica o fato do mesmo modelo matemático $AF = L^{1,8929}$ ser inadequado (sem ajuste) na determinação da área foliar em experimentos com a participação de apenas folhas pequenas (Tabela 4) mas o único a ser adequado para determinação da área foliar em folhas grandes de pinhão-manso (Tabela 6).

GUSMÃO et al. (2007) utilizou a equação $AF = 0,80*C*L^{0,99}$ e confirmou sua exatidão na determinação da área foliar de pinhão manso. Porém estes autores avaliaram apenas medições de área no início do desenvolvimento (folhas pequenas e médias).

CONCLUSÕES

Ao realizar a determinação da área foliar pelo método da largura e comprimento do limbo foliar de pinhão manso apenas de folhas pequenas evitar a equação $AF = L^{1,8929}$ por superestimar os resultados e em folhas grandes a equação $AF = 0,80*C*L^{0,99}$ por subestimar as áreas;

Para determinar a área foliar de uma planta de pinhão manso, considerando folhas pequenas, médias e grandes a equação $AF = L^{1,8929}$ é mais indicada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADAMI, M.; HASTENREITER, F.A.; FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R.T. Estimativa de área foliar de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Anais XIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianopolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p 9-14.

ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-arido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas**, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

BARROS, R.S; MAESTRI, M.; VIEIRA J; BRAGA FILHO, L.J. Determinação da área foliar em café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, 20:44-52. 1973.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BRITTO, F. B.; SABÓIA, E.N.; KOBAYASHI, A. K.,LAVIOLA,B.G.; ROSADO-LAVIOLA, T.B.; BENTZEN, P.; DINIZ, F.M. MOLECULAR MARKERS FOR THE ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY IN *Jatropha curcas* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: **Embrapa Agroenergia**, 2009. 1 CD-ROM.

BRITTAINE, R.; LUTALADIO, N. *Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop The Potential for Pro-Poor Development*. **Integrated Crop Management**. **FAO** - ISSN 1020-4555. Vol. 8– Rome, Italy. 2010. 114p.

CRITCHFIELD, H.J. **General climatology**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1960. 465p.

DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANSTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1.40p.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

GUSMÃO, C.A.G.; FERNANDES, L.A.; D`ANGELIS, S.J.; SOUZA, F.F.O.; VITORINO, D.S.J.; LEITE, G.L.D. Modificações no crescimento e na área foliar de plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) ocasionadas por distúrbios nutricionais. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais** eletrônicos... Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/56.pdf>. acessado em 27 de março de 2010.

HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas*) – Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome: 1996, 66p.

HUERTA, A.S. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para el área del café. **Cenicafé**, 13:33-42. 1962.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais** da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. p.181-202.1984.

MARSHALL, J. K. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. **Photosynthetica**, v. 2, p. 41-47, 1968.

PINTO, A.C.Q.; HOSTALACIO, S.; GOMIDE, M.B; OLIVEIRA, L.E.M. Comparação de métodos de determinação da área foliar na cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Prática**, 3:58-62. 1979.

REIS, G.G; MÜLLER, M.W. Análise de crescimento de plantas - mensuração do crescimento Belém, FCAP. 39p. (**FCAP- informe Didático**, 1). 1979.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007

SATURNINO , H.M.; PACHECO , D.D. ; KAKIDA , J. ; TOMINAGA , N . ; GONÇALVES , N.P. Cultura do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) Produção de oleaginosas para biodiesel. **Informe agropecuário** , Belo Horizonte , v. 26 , n. 229 , p. 44 – 78 , 2005.

SEVERINO, L. V.; VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf area. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.1, p.9-14, jan./abr. 2007

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.

TAVARES-JÚNIOR, J.E.; FAVARIN, L.J.; DOURADO-NETO, D.; NUNES MAIA, A.H.; FAZUOLI, L.C.; BERNARDES, M.S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia** vol.61 no.2 Campinas May/Aug. 2002.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L. Quant - A software to quantify plant disease severity. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PLANT DISEASE EPIDEMIOLOGY; **The International Society of Plant Pathology**, 2001, Ouro Preto, Brazil, Proceedings... vol. 8, pp. 160.

TIBOLA, T.T; POMPELLI, M.F.; DUARTE, W.G.; SOUZA, W.G.D. F.C.; SILVA, M.V.P.P.; FERREIRA, G. D.T.R.; FILHO, H. C. L. W.; CAVALCANTE, P.G.S.; ENDRES, L.; ANTUNES, W.C. Modelos alométricos não destrutivos para estimativa de área foliar em Pinhão Manso, *Jatropha curcas* L. **Anais** da IX Jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX. VI Semana Nacional de ciência e tecnologia. UFRPE. Recife, 19-23 de Outubro de 2009.