



MODELOS ALOMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DO JAMBEIRO VERMELHO (*Syzygium malaccense*) PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO

Lucas Rosa Pereira¹, Samuel Ferreira da Silva², Patricia Alvarez Cabanez¹, Edevaldo de Castro Monteiro¹, Joabe Martins de Souza²

1. Mestrando (a) em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre - ES, Brasil. (lucasrosapereira@hotmail.com).
2. Doutorando em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre - ES, Brasil.

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar e obter o melhor modelo matemático para estimativa da área foliar do jambeiro (*Syzygium malaccense*) em função das suas dimensões alométricas. Utilizou-se um pomar localizado na propriedade São Domingos, no município de Alegre, Sul do Estado do Espírito Santo, onde foram coletadas 80 folhas de 10 jambeiros em fevereiro de 2014. As regressões foram determinadas considerando-se a área foliar real como variável dependente e o comprimento (C), largura (L) e o produto do (C x L) de cada folha como variáveis independentes. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os modelos que utilizam o produto das dimensões lineares (C x L) são os mais adequados para estimar a área das folhas do jambeiro, uma vez que apresentam maior correlação. As equações polinomiais e lineares foram os melhores modelos matemáticos para estimar a área foliar do jambeiro vermelho.

PALAVRAS-CHAVE: Dimensionamento foliar, modelos matemáticos, *Syzygium malaccense*

ALLOMETRIC MODELS FOR ESTIMATING LEAF AREA OF RED JAMBEIRO (*Syzygium malaccense*) METHOD FOR NON-DESTRUCTIVE

ABSTRACT

The objective of this study was to test and get the best mathematical model to estimate leaf area abieiro (*Pouteria caimito*) according to their dimensions allometric. We used an orchard located in São Domingos property in the municipality of Alegre, southern Espírito Santo, which were collected 80 sheets of 10 jambeiros in January 2014. The regressions were determined considering the actual leaf area as the dependent variable and the length (L), width (W) and the product (L x W) of each sheet as independent variables. Based on these results, it is concluded that the models using the product of the linear dimensions (W x L) are best suited to estimate the leaf area of jambo tree, since the highest correlation. The polynomial and linear equations were the best mathematical models to estimate leaf area red jambeiro.

KEYWORDS: *Syzygium malaccense*, leaf design, mathematical models.

INTRODUÇÃO

O jameiro (*Syzygium malaccense* L., Merr. & Perry), é uma frutadeira pertencente à família Myrtaceae, uma família com aproximadamente 3.000 espécies de árvores e arbustos, largamente espalhadas nas florestas brasileiras e distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do globo (VIEIRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005). Apesar de ser originário do sudoeste da Ásia, o jameiro pode ser encontrado facilmente nas regiões norte, nordeste e sudeste do Brasil, onde é cultivada tanto como frutadeira quanto como planta ornamental, devido à forma piramidal de sua copa que alcança vinte metros de altura (IKARAM et al., 2009)

A área foliar é uma das mais importantes medidas de avaliação do crescimento vegetal, em virtude de estar ligada ao incremento de matéria seca nas plantas. Com isso, sua estimativa é de suma importância, uma vez que a arquitetura da copa e os efeitos da interceptação da radiação solar pela folhagem interferem na produção e na composição nutricional dos frutos (MARACAJÁ et al., 2008).

A quantificação da área foliar pode ser realizada por métodos diretos ou indiretos. O método direto é destrutivo. Consiste em coletar as folhas e passá-las em um aparelho integrador de área foliar. Este método tem o inconveniente de necessitar de maior área das parcelas experimentais, haja vista que plantas serão coletadas durante o experimento. Além disso, os aparelhos integradores de área foliar têm custo elevado e o processo de determinação da área foliar é moroso (ZUCOLOTO et al., 2008).

Os modelos matemáticos envolvem medições lineares, tais como comprimento foliar ou largura foliar, ou alguma combinação dessas variáveis, geralmente, têm boa precisão para estimar a área foliar, sendo acessíveis em termos de custo, pois é preciso apenas uma régua graduada para se medir as dimensões foliares (AMARAL et al., 2009).

Métodos de fácil execução, rápidos e não destrutivos que estimem a área foliar com precisão são importantes para avaliar o crescimento das plantas nas condições de campo (ZUCOLOTO et al., 2008). Estes métodos trazem vantagens como o fato de que as amostragens poderão ser feitas com as mesmas plantas durante o ciclo de desenvolvimento, reduzindo o erro experimental (POSSE et al., 2009).

TAIZ e ZEIGER (2013) destacam que o conhecimento da área foliar permite a estimativa da perda de água por transpiração, devido às folhas serem os principais órgãos responsáveis pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente, destacando a importância de estudá-las.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi testar e obter o melhor modelo matemático para estimativa da área foliar do jameiro (*Syzygium malaccense*) em função das suas dimensões alométricas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em fevereiro de 2014, foram coletadas 80 folhas de 10 árvores em um pomar, localizado na propriedade São Domingos no município de Alegre - ES, situado na latitude 20°44'51" S e longitude 41°32'52" W e altitude média em torno de 972 m e declividade em torno de 24%.

O clima da região segundo a classificação internacional de Köppen é do tipo Cwa, isto é, tropical quente e úmido, com inverno frio e seco, temperatura anual média de 23,1 °C e precipitação total anual média de 1341 mm (LIMA et al., 2008).

A definição do número de árvores e folhas amostradas foi baseada em metodologias de estimativa de área foliar adotadas por MONTEIRO et al. (2005), ROUPHAEL et al. (2007) e LIMA et al. (2012) estudando estimativas de área foliar de diferentes culturas. Todas as folhas foram colhidas em árvores que recebiam os mesmos tratamentos técnicos. É importante salientar que todas as folhas utilizadas no presente estudo não apresentavam nenhum dano ou ataque de doenças ou pragas.

Logo após a retirada total das folhas, elas foram devidamente contadas. Após a coleta, as folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e rapidamente conduzidas ao Laboratório de Fisiologia e Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, onde determinou-se as dimensões, o maior comprimento (C) e a maior largura (L) do limbo foliar com o uso de uma régua graduada em mm. O comprimento (C) foi medido ao longo da nervura central, que é a distância compreendida entre a base da folha no ponto de inserção do pecíolo até o seu ápice, e a largura (L) considerada na parte mediana da folha. Após a determinação do comprimento e da largura máximas, realizou-se a obtenção da estimativa da área foliar real de cada folha, utilizando-se do medidor Licor Modelo LI-3100.

As regressões foram determinadas, considerando-se a área foliar real de cada folha (AFR) como variável dependente e o maior comprimento (C), a maior largura (L) do limbo foliar e o retângulo circunscrito à folha (C x L), como variáveis independentes.

Para a escolha do modelo matemático na determinação da (AFR), foram considerados a sua simplicidade e o maior coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios relativos ao comprimento (C) e largura (L) do limbo foliar, o produto do (C x L) e a área foliar real (AFR) com os respectivos desvios padrões, bem como as dimensões máxima e mínima do limbo foliar.

TABELA 1. Média, desvio padrão, valores máximo e mínimo para comprimento (C), largura (L), produto do (C x L) e área foliar real (AFR) do jambeiro vermelho (*Syzygium malaccense*).

Variáveis / unidades	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
(C) cm	22,78	3,91	32,50	13,00
(L) cm	8,56	1,31	11,90	5,10
(C x L) cm ²	198,31	57,14	344,50	78,00
(AFR) cm ²	149,56	41,95	273,57	54,09

Nota-se um alto desvio padrão em relação às médias obtidas para a variável (C x L), devido à utilização de um número grande de folhas de tamanhos variados, o que é perceptível quando comparados os valores de máximo e mínimo das variáveis estudadas.

Resultados semelhantes foram obtidos por BIANCO et al. (2002) estudando a área foliar de *Cissampelos glaberrima*, por RAMOS et al. (2008) estudando a área foliar da pupunheira e por AQUINO et al. (2011) estudando a área foliar de girassol, todos os trabalhos estimaram a área foliar por meio de modelos alométricos.

Diferenças nas dimensões foliares são comuns em aferições de grande quantidade de folhas, resultados obtidos por BORGHEZAN et al. (2010) e QUEIROZ et al. (2013), estimando a área foliar de variedades de videira e espécies florestais, respectivamente, corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho.

Na Figura 1, encontram-se os gráficos gerados para a variável comprimento (C), onde as regressões foram determinadas considerando-se a área foliar real de cada folha (AFR) como variável dependente e o maior comprimento (C) como variável independente.

Nota-se a proximidade dos coeficientes de determinação (R^2) para todas as equações geradas, sendo a equação polinomial e a linear que apresentaram o maior R^2 entre a área real e o comprimento do limbo foliar. Resultados superiores foram encontrados por ALQUINO et al. (2011), estudando a área foliar e duas variedades de girassol pelo método não destrutivo, onde encontraram R^2 variando entre 0,86 a 0,90.

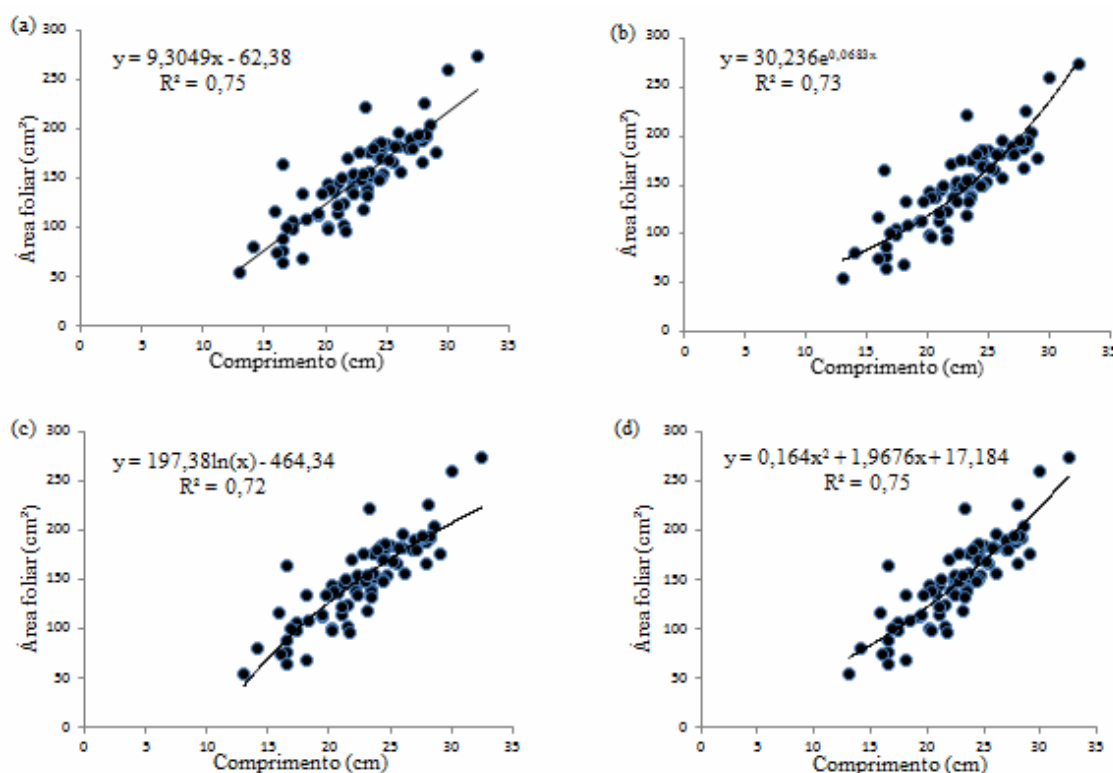


FIGURA 1. Equações geradas para a estimativa da área foliar do jambeiro vermelho utilizando-se o comprimento do limbo foliar, e seus respectivos coeficientes de determinação: regressão linear (a), exponencial (b), logarítmica (c) e polinomial (d).

Para MALDANER et al. (2009), a mudança de formato da folha até seu completo desenvolvimento é a explicação para o fato de os modelos lineares não apresentam bom ajuste, mesmo quando incluem as duas dimensões (L x C) como variáveis independentes, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho onde a regressão linear juntamente com a polinomial foi a equação que apresentou melhor ajuste para estimativa da área foliar do jambeiro quando se utiliza apenas medidas de comprimento da folha.

Na Figura 2, são apresentadas as equações geradas para a variável largura, e assim como na variável comprimento os valores de R² encontrados foram próximos para todas as equações estudadas, sendo o modelo polinomial o que apresentou maior R² 0,75 fazendo com que essa equação seja a mais recomendada para estimar a área foliar do jambeiro vermelho quando se tem apenas os dados de largura do limbo foliar.

Assim como para a variável comprimento, ALQUINO et al. (2011), encontraram valores superiores para estimativa da área foliar de variedades de girassol pelo método não destrutivo quando se tem apenas medidas de largura das folhas, com R² variando entre 0,88 a 0,92.

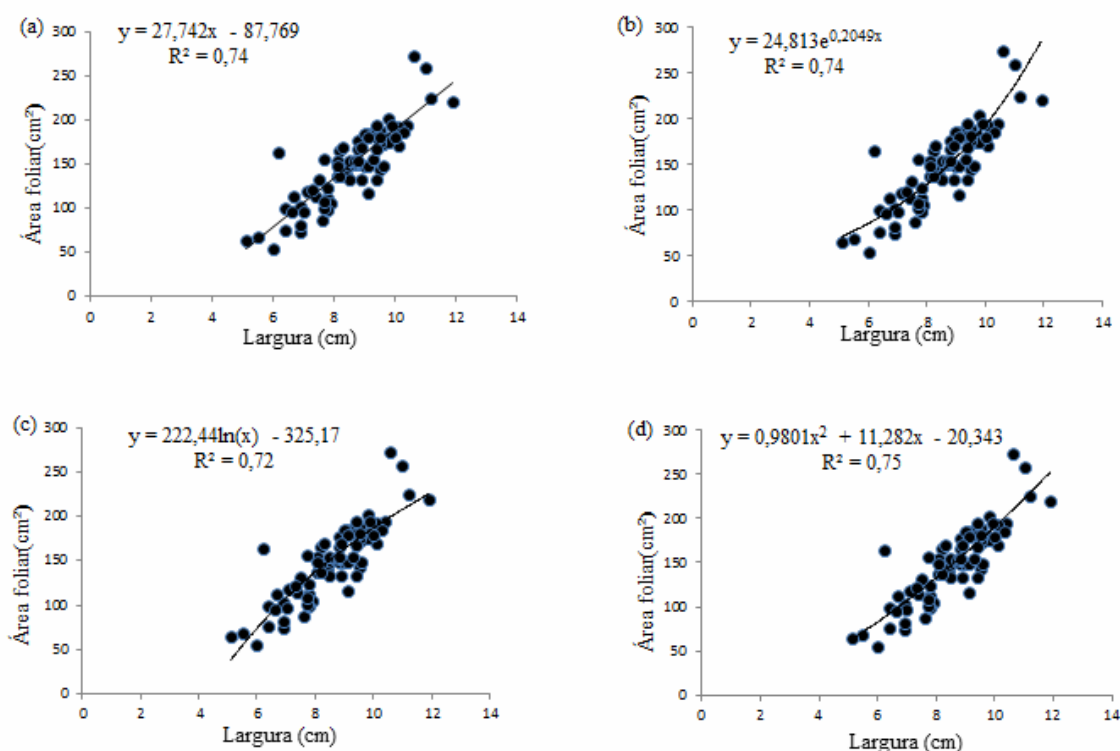


FIGURA 2. Equações geradas para a estimativa da área foliar do jambeiro vermelho utilizando-se a largura do limbo foliar, e seus respectivos coeficientes de determinação: regressão linear (a), exponencial (b), logarítmica (c) e polinomial (d).

Quando se estima a área foliar do jambeiro pelo método do comprimento x largura (Figura 3) nota-se que todas as equações apresentaram valores de R² superiores a 0,85, revelando a eficácia desse método para estimativa da área foliar da cultura em estudo. Sendo a equação polinomial e linear, ambas com R² 0,90 os melhores modelos ajustados, indicando que, da variabilidade total existente na área foliar, 90% podem ser explicados pela regressão polinomial e linear.

QUEIROZ et al. (2013) estimando a área foliar de espécies florestais evidenciaram que a utilização do produto do (C x L) possibilitou a obtenção de um melhor coeficiente de determinação. Resultados semelhantes foram encontrados por MALDANER et al. (2009) ao estudarem modelos de estimativa de área foliar em girassol.

Resultados semelhantes também foram encontrados por MONTEIRO et al. (2005) trabalhando com folhas de algodoeiro. Observaram que a área foliar do algodoeiro pode ser estimada com boa exatidão e excelente precisão a partir da medida das dimensões de suas folhas, com erros em torno de apenas 10%. (MARROCOS et al., 2010) estudando métodos comparativos para estimativa da área foliar em beterraba encontraram valores de R^2 superiores a 0,90. ALQUINO et al. (2011) encontraram valores de R^2 superiores a 0,92 para variedades de girassol.

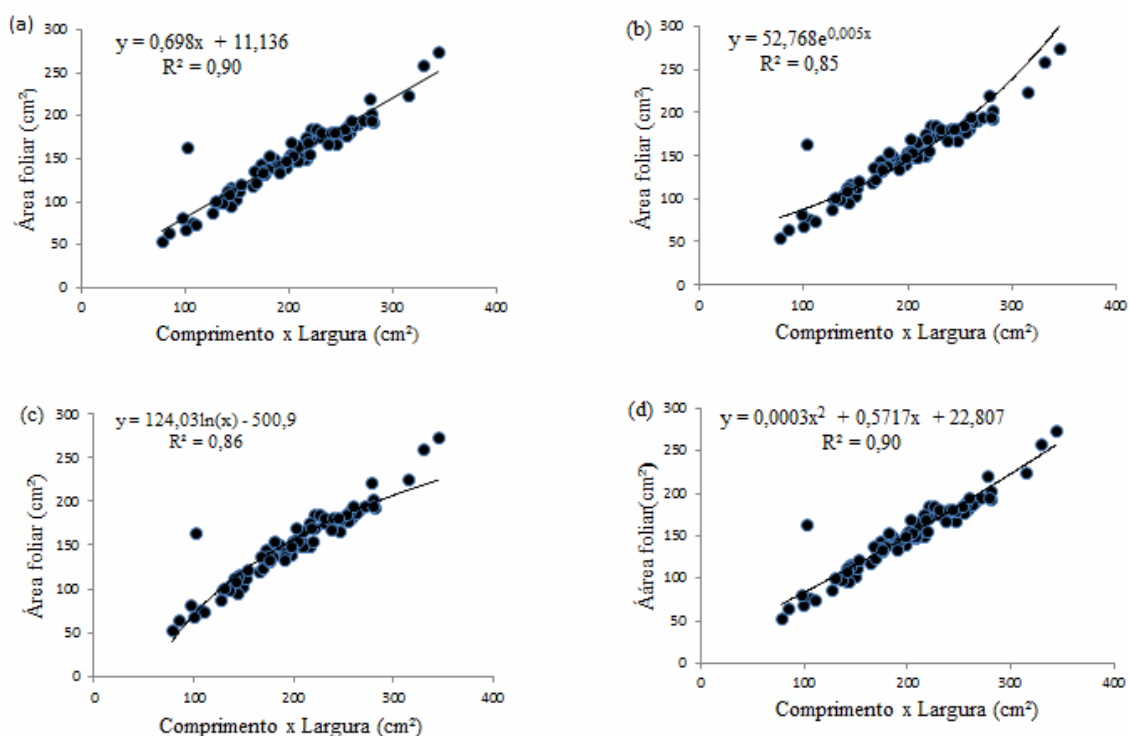


FIGURA 3. Equações geradas para a estimativa da área foliar do jambu vermelho utilizando-se o comprimento x largura e seus respectivos coeficientes de determinação: regressão linear (a), exponencial (b), logarítmica (c) e polinomial (d).

A execução do método ocorre sem dedicar muita atenção às diferenças de forma das folhas, somente as dimensões lineares, o que reduz a precisão. Segundo MONTEIRO et al. (2005) isso reflete a limitação prática inerente ao método que é, na verdade, a maior desvantagem do seu uso, que é a dificuldade de se realizar medidas em um número grande de folhas ou plantas. Por outro lado, a vantagem desse método é sua possibilidade de uso com um mínimo de recursos, além de ser utilizado como método não destrutivo. No que foi observado no presente trabalho, às regressões polinomiais e lineares foram as que apresentaram os melhores ajustes, sendo recomendadas para estimar a área foliar do jambu vermelho.

CONCLUSÕES

Os modelos que utilizam o comprimento x largura (C x L) mostraram-se mais adequados para estimar a área foliar das folhas do jambu vermelho, uma vez que apresentam maior correlação. As equações polinomiais e lineares foram os melhores modelos matemáticos para estimar a área foliar do jambu.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsas aos alunos.

Ao Laboratório de Fisiologia e Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES pelo apoio estrutural.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. T.; AMARAL, J. F. T.; SCHILDT, E. R.; COELHO, R. I. Métodos de análise quantitativa do crescimento de plantas. In: FERREIRA et al. (Orgs.). **Tópicos especiais em produção vegetal I**. Alegre, ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2009. p.259-276.

AQUINO, L. A.; SANTOS JÚNIOR, V. C.; GUERRA, J. V. S.; COSTA, M. M. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, v.70, n.4, p.832-836, 2011.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.353-356, 2002.

BORGHEZAN, M; GAVIOLI, O; PIT, F. A.; SILVA, A. L. S. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira a campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.25, n.1, p.1-7, 2010.

IKARAM, E. H. K.; ENG, K. H.; JALIL, A. M. M.; ISMAIL, A.; AZLAN, A.; NAZRI, H. S. M.; DITON, N. A. M.; MOKHTAR, R. A. M. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.22, p.388-393, 2009.

LIMA, R. T.; SOUZA, P. J. O. P.; RODRIGUES, J. C.; LIMA, M. J. A. Modelos para estimativa da área foliar da mangueira utilizando medidas lineares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.974-980, 2012.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre - ES. **Revista Ciência Agrônômica**, v.39, n.2, p.327-332, 2008.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BERTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v.39, p.1356-1361, 2009.

MARACAJÁ, P. B.; MADALENA, J. A. S.; ARAÚJO, E.; LIMA, B. G; LINHARES, P. C. F. Estimativa de Área Foliar de Juazeiro por Dimensões Lineares do Limbo Foliar. **Revista Verde**, v.3, n.4, p.1-5, 2008.

MARROCOS, S, T, P.; DANTAS, M, S, M.; DOMBROSKI, J, L, D.; LUCENA, R, R, M.; BATISTA, T, M, V. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em beterraba. **Revista verde**, v.5, n. 5, p 140-146, 2010.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A.V.; PRELA, A. Estimção da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, v.64, n.1, p.15-24, 2005.

OLIVEIRA, R. N.; DIAS, I. J. M; CÂMARA, C. A. G. Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugenia puriciflora* (HQB) DC de diferentes localidades de Pernambuco. **Revista Brasileira de farmacognosia**, v.15, p.39-43, 2005.

POSSE, R.P.; SOUSA, E.F.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M.G.; GOTTARDO, R.R. Total leaf area of papaya trees estimated by a nondestructive method. **Scientia Agricola**, v.66, p.462-466, 2009.

QUEIROZ, J. E.; SILVA, G. H.; SOUZA NETO, A. G. Avaliação estatística da área foliar através de modelos de equações em duas espécies florestais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.1, p.146-153, 2013.

RAMOS, A.; BOVI, M. L. A.; FOLEGATTI, M.V.; DIOTTO, A. V. Estimativas da área foliar e da biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p.138-143, 2008.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; FANASCA, S.; KARAM, F. Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements. **Photosynthetic**, v.45, n.2, p.306-308, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

VIEIRA, T. R.; BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; PAULA, V. F.; NASCIMENTO, E. A. Constituintes químicos de *Malaleuca alternifolia* (Myrtaceae). **Revista Química Nova**, v.27, p.536-539, 2004.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J.S.S.; COELHO, R.I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.1152-1154, 2008.