

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DO BIRIBAZEIRO ATRAVÉS DE MODELOS DE REGRESSÃO

PATRICIA ALVAREZ CABANEZ¹, SAMUEL FERREIRA DA SILVA²,
LUCAS ROSA PEREIRA³, EDEVALDO DE CASTRO MONTEIRO³

Recebido em 15.04.2014 e aceito em 14.11.2014.

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 29500-000, Alegre – ES, E-mail: patriciacabanez@gmail.com; ²Tecnólogo em Aquicultura, Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 29500-000, Alegre – ES, E-mail: samuelfd.silva@yahoo.com.br; ³Tecnólogo em Cafeicultura, Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 29500-000, Alegre – ES, E-mail: lucasrosapereira@hotmail.com, ecmonteiro@hotmail.com.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar as equações que melhor descrevem a relação entre as dimensões alométricas e a área foliar do biribazeiro, possibilitando estimar de forma rápida a área foliar da cultura. Foram coletadas 80 folhas de 10 biribazeiros pertencentes ao pomar localizado na propriedade São Domingos em Alegre-ES, para o ajuste das equações matemáticas. 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 a equação polinomial $y = 0,0007x^2 + 0,3751x + 33,826$ foi o melhor modelo matemático para estimar a área foliar do biribazeiro, com R^2 de 0,8839. Portanto, os modelos que utilizam o produto das dimensões lineares são os mais adequados para estimar a área das folhas do biribazeiro, uma vez que apresentam maior correlação.

Palavras-chave: *Rollinia mucosa*, dimensionamento foliar, modelo matemático, estimação.

ESTIMATING LEAF AREA OF *Rollinia mucosa* THROUGH REGRESSION MODELS

ABSTRACT: ABSTRACT: The objective of this study was to determine the equations that best describe the relationship between the allometric size and leaf area of the *Rollinia mucosa*, the estimation quickly leaf area of the crop. It was collected 80 leaves of 10 biribazeiros belonging to the orchard located in São Domingos property in Alegre-ES, for the adjustment of mathematical equations. The regressions were determined considering the real leaf area as the dependent variable and the length (L), width (W) and the product (W x L) of each leaf as independent variables. Based on the obtained results, it is concluded that the polynomial equation $y = + 0,0007x^2 + 0,3751x + 33,826$ was the best mathematical model to estimate the leaf area of the custard, with R^2 of 0.8839. Therefore, the model using the product of the linear dimensions are the most suitable for estimating the leaf area of custard, since that they presented highest correlation.

Key words: *Rollinia mucosa*, leaf design, mathematical modeling, estimation.

INTRODUÇÃO

O biribazeiro (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) é uma espécie amazônica pertencente à família Annonaceae. Apresenta altura média de 8 m (Simão, 1998), fruto globoso composto por diversas partes hexagonais muito unidas, polpa com coloração variando de esbranquiçada a creme, muitas sementes de cor escura e um aroma agradável, podendo pesar até 1,3 kg (Lorenzi, 1998).

Para a avaliação da produção vegetal é necessário realizar a análise quantitativa do crescimento e, para essa análise, pode-se obter

informações através de métodos mais simples, sem a necessidade de equipamentos sofisticados (Larcher, 2000).

De acordo com Severino et al. (2004) a área foliar é um importante parâmetro da avaliação do desenvolvimento vegetal, por estar ligada à capacidade fotossintética e à interceptação de luz, dentre outras características. O conhecimento da área foliar é fundamental para os diversos setores da pesquisa agrônoma e as técnicas de estimativa desse parâmetro devem ser simples, rápidas e não destrutivas (Moreira Filho et al., 2007).

De acordo com Bianco et al. (2007) a estimativa da área foliar através de equações matemáticas é considerada fácil, rápida e não destrutiva e, portanto, uma ferramenta importante para avaliação das plantas em campo.

As equações de regressão utilizando a área foliar real com os parâmetros comprimento, largura e o produto do comprimento x largura vêm sendo utilizadas em muitas culturas (Monteiro et al., 2005; Duarte et al., 2009; Aquino et al., 2011; Queiroz et al., 2013). Vários autores estudaram estimativa da área foliar de algumas culturas, com alto grau de precisão (Lima et al., 2008a; Maracajá et al., 2008; Fagundes et al., 2009; Queiroz et al., 2009a,b; Lima et al., 2012).

No entanto, as pesquisas desenvolvidas sobre a estimativa da área foliar do biribazeiro ainda é incipiente, necessitando de mais estudos com a cultura em questão, possibilitando melhorar o manejo agrônômico desta cultura.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi testar e obter o melhor modelo matemático para estimativa da área foliar do biribazeiro (*Rollinia mucosa*) em função das suas dimensões alométricas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em janeiro de 2014, foram coletadas 80 folhas de diferentes tamanhos de 10 árvores em um pomar, localizado na propriedade São Domingos no município de Alegre - ES, situado na latitude 20°44'50" S e longitude 41°32'54" W, altitude média em torno de 974 m e declividade de 22%.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região 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., 2008b).

A definição do número de plantas e folhas amostradas foi baseada em metodologias de estimativa de área foliar de diferentes culturas, propostas por Monteiro et al. (2005), Roupheal et al. (2007) e Lima et al. (2012). As folhas foram coletadas em árvores que recebiam os mesmos tratamentos técnicos e que não apresentavam qualquer sintoma do ataque de pragas ou doenças.

Após a coleta, as folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e conduzidas ao Laboratório de Fisiologia e Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, onde foram determinados 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) foi determinada considerando-se a parte mediana da folha. Após a determinação do comprimento e da largura máxima, realizou-se a obtenção da estimativa da área foliar real de cada folha, utilizando-se do medidor Licor Modelo LI-3100.

A área foliar foi estimada por meio de regressões 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 encontram-se os valores médios, desvio padrão, máximos e mínimos do comprimento (C), largura (L) e o produto do (C x L) do limbo foliar e da área foliar real (AFR).

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 biribazeiro (*Rollinia mucosa*).

Variáveis / unidades	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
(C) cm	20,13	4,05	27,90	12,70
(L) cm	8,29	1,43	11,40	5,50
(C x L) cm ²	172,27	61,41	318,06	69,85
(AFR) cm ²	122,68	41,68	215,38	54,58

Observa-se alto desvio padrão em relação às médias obtidas para todas as variáveis estudadas. A variável (C x L) foi a que apresentou maior desvio padrão entre todas as variáveis e isso se deve à utilização de um número grande de folhas de vários tamanhos, o que é perceptível quando comparados aos valores de máximo e mínimo das variáveis estudadas. Borghezian et al. (2010) e Queiroz et al. (2013) verificaram que diferenças nas dimensões foliares são comuns em aferições de grande quantidade de folhas.

Bianco et al. (2008) estudando a área foliar de *Sida cordifolia* L. (guanxuma-branca) e *Sida rhombifolia* L. (guanxuma), Monteiro et al. (2005) estudando a área foliar do algodoeiro e Aquino et al. (2011) estudando a área foliar de girassol, também utilizaram dimensões lineares do limbo foliar para a estimativa da área foliar dessas espécies.

Na Tabela 2, estão os modelos de regressão obtidos com os respectivos coeficientes de determinação múltipla (R^2) para a área foliar real em relação às variáveis estudadas.

Tabela 2. Modelos de regressões e os coeficientes de determinação obtidos na estimativa da área foliar real (AFR) em função do comprimento (C), largura (L) e produto do (C x L) para o biribazeiro (*Rollinia mucosa*).

Variável	Modelo	Equação	R^2
(C)	Polinomial	$y = 0,4377x^2 - 8,1907x + 103,11$	0,8548
	Linear	$y = 9,3674x - 65,877$	0,8289
	Logarítmica	$y = 178,07\ln(x) - 408,21$	0,7914
	Exponencial	$y = 22,545e^{0,0811x}$	0,8395
(L)	Polinomial	$y = 3,0824x^2 - 24,981x + 111,58$	0,8443
	Linear	$y = 26,29x - 95,356$	0,8192
	Logarítmica	$y = 208,53\ln(x) - 315,28$	0,7837
	Exponencial	$y = 17,641e^{0,2265x}$	0,8208
(C x L)	Polinomial	$y = 0,0007x^2 + 0,3751x + 33,826$	0,8839
	Linear	$y = 0,6364x + 13,053$	0,8793
	Logarítmica	$y = 99,457\ln(x) - 382,72$	0,8158
	Exponencial	$y = 45,429e^{0,0054x}$	0,8589

O maior valor de R^2 foi observado para a regressão polinomial entre a área foliar real e o

produto do comprimento pela largura do limbo foliar (C x L), indicando ser a equação que permite obter estimativas mais acuradas da área foliar do biribazeiro (*Rollinia mucosa*). A equação polinomial apresenta uma estimativa de R^2 de 0,8839, indicando que, da variabilidade total existente na área foliar, 88,39% podem ser explicados pela regressão polinomial. Duarte et al. (2009) observaram que a equação que utilizava o produto (C x L) foi a recomendada para determinar a área foliar da *Euphorbia heterophylla* L. (amendoim-bravo), do ponto de vista prático.

Estudos realizados por Queiroz et al. (2013) demonstraram que o produto (C x L) possibilitou um melhor coeficiente de determinação para a estimativa da área foliar de duas espécies florestais (braúna e craibeira). Monteiro et al. (2005) observaram que menores graus de correlação foram observados nas análises de regressão da área foliar com o comprimento e a largura das folhas separadamente e a maior correlação foi observada com o produto (C x L).

A Figura 1 apresenta os gráficos de correlação da área foliar pelos modelos de regressões polinomiais obtidos em relação às variáveis estudadas, comprimento (C), largura (L) e produto do (C x L) que apresentaram o melhor R^2 .

Observou-se que todos os modelos de estimativa de área foliar obtidos, apresentaram valores de R^2 adequados para a estimativa de área foliar, visto que foram constatados valores maiores de 0,78 (Zucoloto et al., 2006; Maldaner et al., 2009 e Queiroz et al., 2013). Porém, o melhor resultado foi obtido com o modelo polinomial, pois apresentou maior precisão para estimar a área foliar das folhas de biribazeiro com R^2 de 0,8839, considerado como valor adequado no estudo de determinação da área foliar. Nepomuceno et al. (2013) obtiveram coeficiente de correlação de 0,79 para a estimativa da área foliar do *Macrotiloma* relacionada com o comprimento máximo das folhas; Bianco et al. (2004) estudaram as medidas lineares de comprimento, largura e o produto do comprimento pela largura da folha e obtiveram equações com coeficientes de determinação acima de 0,80, sendo consideradas satisfatórias para a estimativa da área foliar de *Tridax procumbens* (erva-de-touro).

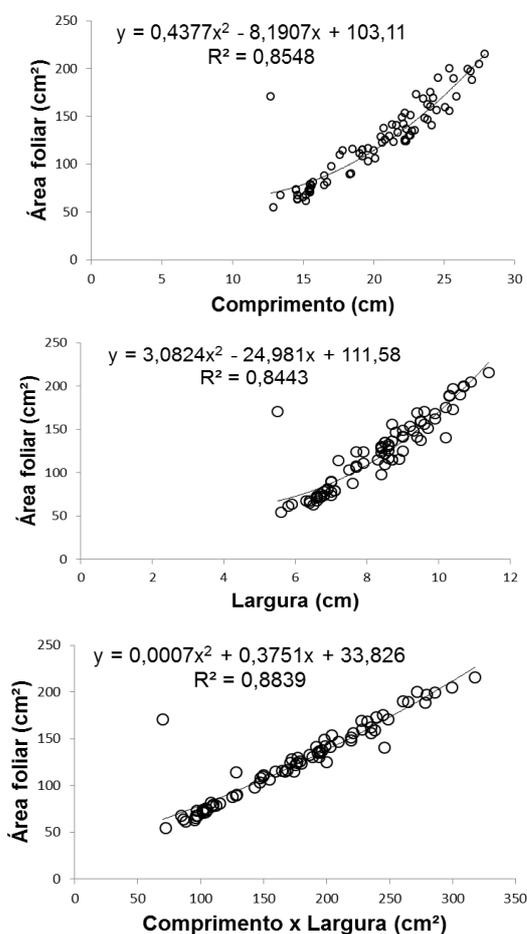


Figura 1. Regressão polinomial entre a área foliar real e o comprimento (C), largura (L) e o produto do (C x L).

CONCLUSÃO

A equação polinomial que utiliza o produto das dimensões lineares (C x L) foi o melhor modelo matemático para estimar a área foliar do biribazeiro (*Rollinia mucosa*), uma vez que apresenta maior correlação (R^2 de 0,8839).

AGRADECIMENTO

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, Campinas, v.70, n.4, p.832-836, 2011.

BIANCO, S.; BIANCO, M.S.; PAVANI, M.C.M.D.; DUARTE, D.J. Estimativa da área foliar de *Ipomoea hederifolia* em *Ipomoea nil* Roth. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, p.325-329, 2007.

BIANCO, S.; CARVALHO, L.S.; BIANCO, M.S. Estimativa da área foliar de *Sida cordifolia* e *Sida rhombifolia* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.4, p.807-813, 2008.

BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; CARVALHO, L.B. Estimativa da área foliar de *Tridax procumbens* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.247-250, 2004.

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**, Dois Portos, Portugal, v.25, n.1, p.1-7, 2010.

DUARTE, D.J.; BIANCO, S.; LEONARDO, B.C.; PANOSSO, A.R. Estimativa da área foliar de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.37, n.3, p.527-531, 2009.

FAGUNDES, J.D.; STRECK, N.A.; KRUSE, N.D. Estimativa da área foliar de *Aspilia montevidensis* (Spreng.) Kuntze utilizando dimensões lineares. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.3, p.266-273, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e textos, 2000. 531p.

LIMA, C.J.D.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, p.120-127, 2008a.

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 Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.327-332, 2008b.

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**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.974-980, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v.1, 1998. 368p.

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**, Santa Maria, 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 de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.4, p.1-5, 2008.

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

MOREIRA FILHO, E.C.; SILVA, D.S.; PEREIRA, W.E.; CABRAL JUNIOR, C.R.; ANDRADE, M.V.M.; SILVA, G.E.; VIANA, B.L. Estimativa da área foliar da flor de seda (*Calotropis procera*). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, Espanha, v.56, n.214, p.245-248. 2007.

NEPOMUCENO, D.D.; ALMEIDA, J.C.C.; GALZERANO, L.; PEREIRA, T.P.; RIBEIRO, E.T.; FARIA, M.A.G.; MENDONÇA, D.C. Medidas lineares na estimativa da área foliar de leguminosas forrageiras tropicais. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.6, n.1, p.63-71, 2013.

QUEIROZ, J.E.; MENDOÇA, I.F.C.; VIEGAS, R.A. Avaliação da área foliar da *Cassia siamea* por análise digital e modelos matemáticos. **Congresso Nordestino de Engenharia Florestal** - Campina Grande - Paraíba 2009a.

QUEIROZ, J.E.; MENDOÇA, I.F.C.; VIEGAS, R.A. Análise comparativa de valores de área foliar do limoeiro obtidos pela equação da elipse e por regressão linear. **Anais... CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL** - Campina Grande - Paraíba 2009b.

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**, Mossoró, v.8, n.1, p.146-153, 2013.

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

SEVERINO, L.S.; CARDOSOS, G.D.; VALE, L.S.; SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v.8, n.1, p.753-762, 2004.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 762p.

ZUCOLOTO, M.; SANTOS, J.G.; BREGONCIO, I.S.; ALMEIDA, G.D.; VICENTINI, V.B.; MORAES, W.B.; COELHO, R.I. Estimativa de área foliar de goiaba por meio de dimensões foliares do limbo foliar. **Revista Univap**, São José dos Campos, v.13, n.24, p.1-4, 2006.

★★★★★