

Modelo para estimar a área foliar de *Combretum leprosum* Mart.

Model to estimate the leaf area of *Combretum leprosum* Mart.

¹Willame dos Santos Candido, ²Maria de Fátima Barbosa Coelho, ¹Sandra Sely Silveira Maia, ¹Cleyton Saialy de Medeiros Cunha y ¹Ricardo Carlos Pereira da Silva

¹Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA-Universidade Federal Rural do Semi-Arido, Caixa Postal 137, CEP. 59625-900, Mossoró(RN) Brasil. ²Setor de Desenvolvimento Rural, UNILAB-Universidade Internacional da Integração da Lusofonia Afro Brasileira, Avenida da Abolição n. 7, CEP. Redenção (CE), Brasil. Autora para correspondência: coelhomfstrela@gmail.com

Rec.: 09.12.11 Acep.: 10.10.13

Resumo

Combretum leprosum Mart. –*Combretaceae* é um arbusto usado na medicina popular do nordeste brasileiro como antiúlcero-gênica, antihemorragica e antinociceptiva. Estimativa da área foliar é uma importante observação biométrica a ser feita para comparar o crescimento das plantas. Neste estudo, um modelo de cálculo da área foliar foi desenvolvido para *Combretum leprosum*, utilizando medidas lineares de comprimento de folha (C) e a largura máxima (L), com o objetivo de obter uma equação através de parâmetros lineares dimensionais das folhas. Foram coletados 200 limbos foliares de uma população de *C. leprosum* nativa em uma área conservada de Caatinga dentro do campus da Universidade Federal Rural do Semi Árido em Mossoró, Rio Grande do Norte. As folhas foram obtidas de indivíduos adultos e a área das folhas foi determinada através de um integrador de área foliar (LI-3100, LI-COR). A análise de variância da regressão foi feita no programa SAEG. As equações lineares simples, exponenciais e geométricas obtidas podem ser usadas para estimação da área foliar de *C. leprosum*. Do ponto de vista prático, sugere-se optar pela equação linear simples que envolve o produto $C \times L$, usando-se a equação de regressão $A = 0.7103 \times (C \times L)$, que equivale a tomar 71.03% do produto entre o comprimento ao longo da nervura principal e a largura máxima, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0.952617.

Palabras chave: Área foliar, combretaceae, método não destrutivo, modelos lineales.

Resumen

Combretum leprosum Mart. -*Combretaceae* es un arbusto utilizado en la medicina popular del noreste de Brasil como antiulceroso, antihemorrágica y antinociceptiva. En este estudio se desarrolló un modelo para el cálculo de área foliar de *Combretum leprosum* usando mediciones lineales de longitud (C) y ancho máximo (L) de la hoja. Se recolectaron 200 láminas de hojas de una población de *C. leprosum* nativo en un área de conservación de la Caatinga en el campus de la Universidad Federal Rural de la Semi Árido en Mossoró, Rio Grande do Norte. Las hojas se obtuvieron de árboles adultos y el área foliar se midió utilizando un integrador (LI-3100, LI-COR). El análisis de regresión se hizo con el programa SAEG. Para estimar el área foliar de *C. leprosum* se puede utilizar la ecuación lineal simple de regresión $A = 0.7103 \times (C \times L)$, que es equivalente a tomar 71.03% de los productos de la longitud a lo largo de la nervadura central y el ancho máximo, con un coeficiente de determinación de 0.952617.

Palabras clave: Área foliar, combretaceae, método no destructivo, modelo lineal.

Abstract

Combretum leprosum Mart. -Combretaceae is a shrub used in popular medicine in Northeast Brazil as antiulcer, antihemorrhagica and antinociceptive. Estimating the leaf area is an important remark to be made biometric to compare the growth of plants. In this study, a model for calculating leaf area was developed for *Combretum leprosum* using linear measurements of leaf length (C) and maximum width (L), in order to obtain an equation by the linear dimensions of the leaf. It was collected 200 leaf blades of a population of *C. leprosum* native in a conservation area of Caatinga in the campus of the Federal Rural University of the Semi Arid in Natal, Rio Grande do Norte. The leaves were obtained from adults and leaf area was measured using an integrator leaf area (LI-3100, LI-COR). The analysis of variance of the regression was made in the program SAEG. The linear and geometric equations can be used to estimate leaf area of *C. leprosum*. From a practical standpoint, it is suggested to opt for the simple linear equation involving the $C \times L$, using the regression equation $A = 0.7103 \times (C \times L)$, which is equivalent to taking 71.03% of product of the length along the midrib and the maximum width, with a coefficient of determination of 0.952617.

Key words: Combretaceae, leaf area, lineal model, non-destructive method

Introdução

Situada no Nordeste brasileiro, a Caatinga é um bioma que vem sofrendo ao longo do tempo exploração intensa colocando em risco as espécies nativas. A importância da vegetação desta região é indiscutível, devido a sua multiplicidade de usos, tais como energético, forrageiro, alimentar, medicinal e madeireiro, assim como, para o fornecimento de serviços ambientais. A espécie *Combretum leprosum* Mart. e Eicher (Combretaceae) é ainda frequente nesse bioma (Maia, 2004).

A espécie é neotropical com distribuição exclusiva na América do Sul, com registro para a Bolívia, Paraguai e Brasil (Exell, 1953). No Brasil, de acordo com Loiola e Sales (1996), as populações de *C. leprosum* ocorrem principalmente nas regiões Nordeste (Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte), Norte (Pará), Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e Sudeste (Minas Gerais).

Conhecida popularmente pelos nomes de mofumbo, cipoaba e carne-de-vaca, a espécie é utilizada como planta medicinal com função cicatrizante, na prevenção de irritações cutâneas e na limpeza de feridas, na contenção de hemorragias, como sedativo (Pietrovski *et al.*, 2006), antitussígeno e expectorante (Agra *et al.*, 2007), antinociceptiva (Lopes *et al.*, 2010), contra promastigotes de *L. amazonensis*, podendo ser utilizados como ferramentas no estudo de novas drogas leishmanicidas (Teles *et al.*, 2011). O extrato etanólico das cascas possui atividade gastroprotetora e anti-ulce-

rogênica (Nunes *et al.*, 2009) e o das flores é antinociceptivo (Pietrovski *et al.*, 2006). O extrato etanólico das raízes secas apresenta 65% de ácido arjunóico com atividades anti-inflamatória, antinociceptiva e anticolinérgicas descortinando uma nova classe de produtos naturais no tratamento da doença de Alzheimer através de drogas multi-funcionais (Facundo *et al.*, 2005).

Considerando-se a importância dessa espécie, há necessidade de estudos básicos envolvendo aspectos relacionados à propagação, crescimento e desenvolvimento. Na maioria desses estudos, o conhecimento da área foliar é fundamental, e, talvez, o mais importante parâmetro na avaliação do crescimento vegetal. Essa é uma das características mais difíceis de ser mensurada porque, normalmente, requer equipamentos caros ou técnicas destrutivas (Taiz e Zaiger, 2004).

Existem vários métodos para se medir com boa precisão a área foliar, sendo classificados em destrutivos e não-destrutivos, diretos ou indiretos (Marshall, 1968). A importância de utilizar um método não-destrutivo é que ele permite acompanhar o crescimento e a expansão foliar da mesma planta até o final do ciclo ou do ensaio, além de ser rápido e preciso. Assim, a área foliar pode ser estimada utilizando parâmetros dimensionais de folhas, os quais apresentam boas correlações com a superfície foliar. Um dos métodos não-destrutivos mais utilizados é a estimativa da área foliar por meio de equações de regressão entre a área foliar

real e parâmetros dimensionais lineares das folhas. Esse método já foi usado com sucesso para outras espécies na caatinga (Lima *et al.* 2008; Silva *et al.*, 2007; Pinto *et al.*, 2007; Maracajá *et al.*, 2008). Portanto, o objetivo do presente trabalho foi obter uma equação através de parâmetros lineares dimensionais das folhas que permita a estimativa da área foliar de *Combretum leprosum* Mart.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Irrigação e Drenagem do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673.9 mm (Agritempo, 2013). O regime térmico da região é caracterizado, basicamente, por temperaturas elevadas e amplitudes térmicas reduzidas. A temperatura média anual gira em torno de 27 °C, onde julho representa o mês mais frio, com média de 26.5 °C. As temperaturas máximas e mínimas do ar têm valores médios iguais a 33.3 °C e 22.7 °C, respectivamente (Rocha, 2011).

Foram coletados 200 limbos foliares de uma população de *C. leprosum* nativa em uma área conservada de Caatinga dentro do campus da Universidade Federal Rural do Semi Árido-UFERSA. Foram amostradas dez folhas de diferentes plantas, as quais eram levadas ao laboratório para determinação do comprimento do limbo foliar ao longo da nervura principal (C) e da largura máxima do limbo foliar (L) perpendicular à nervura principal. A seguir, suas áreas foliares reais foram determinadas com a utilização do

aparelho Portable Area Meter Licor Mod. L1 – 3000.

Para escolha de uma equação que pudesse representar a área foliar em função das dimensões dos limbos foliares, procederam-se estudos de regressão, utilizando os seguintes modelos estatísticos: linear $Y = a + bx$; linear simples $Y = bx$ (cuja reta passa pela origem), geométrico $Y = ax^b$ e exponencial $Y = ab^x$. O valor Y estimou a área do limbo foliar em função de x, cujos valores podem ser o comprimento (C), a largura (L) ou o produto (C*L). As melhores equações foram escolhidas por critérios objetivos, como o coeficiente de determinação mais alto e pelo menor erro padrão. Considerou-se também a facilidade para obtenção das medidas

Resultados e discussão

Os limbos foliares de *C. leprosum* apresentaram comprimento médio de 12.36cm, largura de 7.8cm e área foliar de 71.15 cm² (Tabela 1). A caracterização da amostra de folhas da área foliar real e estimada encontra-se na Tabela 2. A área foliar média estimada variou entre 5.7 a 121.9 cm². Nesta Tabela as médias das áreas estimadas são semelhantes ou muito próximas das áreas reais quando as equações são lineares, indicando que estas equações de regressão propostas são excelentes estimadoras de área foliar para *C. leprosum*.

Os resultados da análise de regressão relacionando a área foliar real (A) e as medidas lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto do comprimento pela largura da folha (C*L), são apresentados na Tabela 3. Todas as equações apresentadas permitiram obter estimativas satisfatórias da área foliar, com coeficientes de determinação (R²) acima de 0.70, indicando que 70% das variações observadas na área foliar foram explicadas pelas equações obtidas.

Tabela 1. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão do comprimento ao longo da nervura central, largura e área foliar de 200 limbos de *Combretum leprosum*. UFERSA, Mossoró, Estado de Rio Grande do Norte. 2010.

Característica	Maior valor	Menor valor	Média
Comprimento (cm)	16.4	8.5	12.36 ± 1.80
Largura máxima (cm)	10.6	5.2	7.8 ± 1.6
Área foliar (cm ²)	125.5	40.3	71.15 ± 17.9

Tabela 2. Caracterização da amostra, tamanho, mínimo, máximo, média e intervalo de confiança (IC) para média da área real (Af) e estimada de folhas de *Combretum leprosum*. UFERSA, Mossoro, Estado de Rio Grande do Norte. 2010.

Equações	Área foliar real				Área foliar estimada			
	Max.	Med.	Min.	IC a 95%	Max.	Med.	Min.	IC a 95%
A = - 31.28 + 8.28C	125.5	70.15	35.8	0.578	104.0	71.1	39.1	0.478
A = - 47.58 + 15.11L	125.5	70.15	35.8	0.587	108.0	71.1	32.5	0.487
A = 1.36 + 0.71 CL	125.5	70.15	35.8	0.345	119.8	56.2	33.4	0.445
A = 0.7103 CL	125.5	70.15	35.8	0.567	121.9	76.9	32.0	0.567
A = 0.30C ^{1.41}	125.5	70.15	35.8	0.598	15.4	10.7	6.1	0.298
A = 0.38L ^{1.63}	125.5	70.15	35.8	0.592	17.01	11.3	5.7	0.535
A = 5.0 * 1.21 ^C	125.5	70.15	35.8	0.547	113.9	52.8	25.2	0.347
A = 1.09 * 0.094 ^L	125.5	70.15	35.8	0.591	19.6	16.8	13.9	0.691

Tabela 3. Equações estimadas e coeficientes de determinação em função de medidas lineares do limbo foliar de *Combretum leprosum* Mart. Mossoró-RN. Brasil.

Medidas lineares	Tipos de equação	Coef. de determinação (R ²)	Equação estimada
C	linear	0.71	A = - 31.28 + 8.28C
L	linear	0.92	A = - 47.58 + 15.11L
CL	linear	0.82	A = 1.36 + 0.71 CL
CL	linear	0.95	A = 0.7103 CL
C	geométrica	0.71	A = 0.30C ^{1.41}
L	geométrica	0.82	A = 0.38L ^{1.63}
C	exponencial	0.91	A = 5.0 * 1.21 ^C
L	exponencial	0.83	A = 1.09*0.094 ^L

O valor de R² variou de 0.71 a 0.95, sendo o de menor valor correspondente aos modelos linear e geométrico em que se utilizou o comprimento da folha, como base de cálculo para estimativa da área foliar individual de folhas de *C. leprosum*, enquanto o maior valor de R² foi obtido com os dados do produto do comprimento pela largura da folha (0.95), multiplicado pelo fator de ajuste (Tabela 3).

Deve-se ressaltar que houve uma pequena dispersão dos dados em relação à reta obtida, sugerindo que a equação $A = 0.7103 * C * L$ pode representar a área foliar real satisfatoriamente (Figura 1) o que, do ponto de vista prático, seria a mais recomendável. Modelos semelhantes foram obtidos para estimar a área foliar de *Manihot pseudoglaziouvi* e *Manihot piauhyensis*- maniçoba (Af = 0.533 * C * L) por Pinto et al. (2007), *Ageratum conyzoides* (Af = 0.6789 * C * L) por Bianco et al. (2008), *Ziziphus joazeiro* (Af = 0.7931 * C * L) por Maracaja et al. (2008), Rosa hybr. (Af = 0.56 + 0.717 * C * L) por Fascella et al. (2013). Por outro lado Kumar (2009) verificou que o melhor modelo foi o exponencial ($A = 191.33e^{(L)0.0037}$) para avaliar a área foliar de *Crocus sativus* L.

Nas espécies florestais da caatinga *Amburana cearensis* -Cumarú, *Caesalpinia ferrea* Mart -Jucá, *Caesalpinia pyramidalis* -Catingueira, *Schinopsis brasiliensis* -Braú-

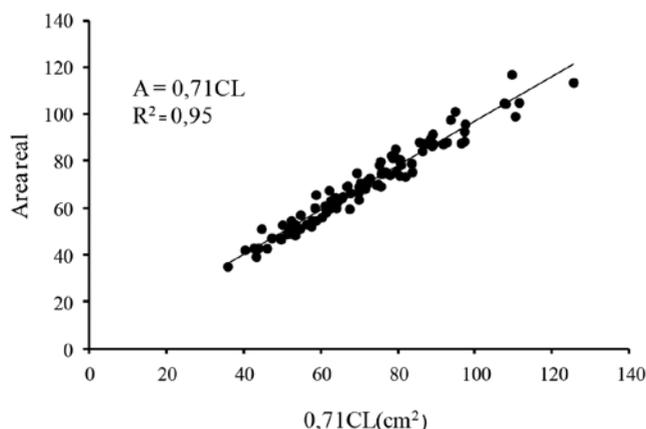


Figura 1. Relação entre área foliar real de folhas de *C. leprosum* da equação de regressão indicada para estimativa da área foliar, em função do produto do comprimento (C) pela largura (L) máxima do limbo foliar.

na e *Tabebuia aurea* -Craibeira, Souza Neto (2009) verificou que as regressões linear e potencial demonstram que existe uma estreita correlação entre a área foliar e as dimensões lineares dos folíolos de todas as espécies estudadas. A utilização das dimensões lineares, comprimento e largura, proporcionou uma estimativa também satisfatória para a aceroleira (R² = 0.91) conforme verificaram Lucena et. al. (2011) e para as espécies na fase de sementeira *Calendula officinalis* L., *Dahlia*

pinnata L., *Dianthus barbatus* L., *Pelargonium × hortorum*, *Petunia × hybrida*, e *Viola wittrockiana* de acordo com Giuffrida et al (2011).

Conclusões

- As equações lineares que utilizam medidas apenas do comprimento (C) ou da largura (L) podem ser utilizadas para se estimar a área de folhas de *C. leprosum*. Mas, as estimativas de área de folhas de plantas de *C. leprosum* são mais precisas quando são usadas ambas as dimensões de comprimento e largura do limbo. A equação $C \times L \times 0.71$ foi a que proporcionou maior precisão às estimativas, além de simplificar os cálculos.

Referências

- Agra, M. F.; Baracho, G. S.; Basílio, I. J.; Nurit, K.; Coelho, V. P.; y Barbosa, D. A. 2007. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. *Oecologia Bras.* 11(3):323 - 330.
- AgriTempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- Bianco, S.; Bianco, M. S.; y Carvalho, L. B. 2008. Estimativa da área foliar de *Ageratum conyzoides* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Acta Scien. Agron.* 30(4):519 - 523.
- Exell, A. W. 1953. The *Combretum* species of the new world. *Bot. J. Linnean Soc.* 55:130 - 141.
- Facundo, V. A.; Rios, K. A.; Medeiros, C. M.; Militão, J. S.; Miranda, A. L.; Epifanio, R. A.; Carvalho, M. P.; Andrade, A. T.; Pinto, A. C.; y Rezende, C. M. 2005. Arjunolic acid in the ethanolic extract of *Combretum leprosum* root and its use as a potential multi-functional phytochemistry and drug for neurodegenerative disorders: anti-inflammatory and anticholinesterase activities. *J. Braz. Chem. Soc.* 16(6b):1309 - 1312.
- Fascella, G., Darwich, S.; y Roupheal, Y. 2013. Validation of a leaf area prediction model proposed for rose. *Chil. J. Agric. Res.* 73(1):73 - 76.
- Giuffrida, F.; Roupheal, Y.; Toscano, S.; Scuderi, D.; Romano, D.; Rivera, C.M.; Colla, G. y Leonardi, C. 2011. A simple model for nondestructive leaf area estimation in bedding plants. *Photosynthetica* 49(3):380 - 388.
- Kumar, R. 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.) *Sci. Hortic.* 122(1):142 - 145.
- Lopes, L. S.; Marques, R. B.; Pereira, S. S.; Ayres, M. C.; Chaves M. H.; Cavalheiro, A. J.; y Vieira Jr., G. M. 2010. Antinociceptive effect on mice of the hydroalcoholic fraction and (-) epicatechin obtained from *Combretum leprosum* Mart e Eich. *Braz. J. Medical Biol. Res.* 43:1184 - 1192.
- Lima, C. J.; Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M. K.; y Oliveira Filho, A. F. 2008. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. *Caatinga* 21(1):120 - 127.
- Loiola, M. I. y Sales, M. F. 1996. Estudos taxonômicos do gênero *Combretum* Loeff. (Combretaceae R. Br.) em Pernambuco -Brasil. *Arq. Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 34:173 - 190.
- Lucena, R. F.; Batista, T. M.; Dombroski, J. L.; Lopes, W. A.; y Rodrigues, G. S. 2011. Medição de área foliar de aceroleira. *Ver. Caatinga* 24(2):40 - 45.
- Maia, G. N. 2004. *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. 1ªed.. São Paulo: Leitura & Arte Editora. 413 f.
- Maracajá, P. B.; Madalena, J. A.; Araújo E.; Lima, B. G.; y Linhares, P. C. 2008. Estimativa de área foliar de juazeiro por dimensões lineares do limbo foliar. *Rev. Verde de Agroecologia* 3(4):1 - 5.
- Marshall, J. K. 1968. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. *Photosynthetica*, 2(1):41 - 47.
- Nunes, P. H.; Cavalcanti, P. M.; Galvão, S. M.; y Martins, M. C. 2009. Antiulcerogenic activity of *Combretum leprosum*. *Pharmazie* 64:58 - 62.
- Petrovski E. F.; Rosa, K. A.; Facundo V. A.; Rios, K.; Marques M. C.; y Santos A. R. 2006. Pharmacology biochemistry and behavior 83(1):90 - 99.
- Pinto, M. S.; Andrade, A. P.; Pereira, W. E.; Arruda, F. P.; y Andrade, M. V. 2007. Modelo para estimativa da área foliar da maniçoba. *Ver. Ciên. Agron.* 38(4):391 - 395.
- Rocha, A. B. 2011. Análise multitemporal da dinâmica do uso e ocupação do baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN (1989-2009). Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, Ceará, 113 p.
- Silva, P. S.; Cunha, T. M.; Souza, A. D.; y Paula, V. F. 2007. Equations for leaf area estimation in some species adapted to the Brazilian semi-arid. *Revista Caatinga* 20(4):18 - 23.
- Souza Neto, A. G. 2009. Avaliação da área foliar de cinco espécies florestais ocorrentes no semiárido paraibano. Monografia de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Brasil. 30 f.
- Taiz, L. y Zeiger, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 f
- Teles, C. B.; Moreira, L. S.; Silva, A. A.; Facundo, V. A.; Zuliani, J. P.; y Stábeli, Silva-Jardim, I. 2011. Activity of the lupane isolated from *Combretum leprosum* against *Leishmania amazonensis* promastigotes. *J. Braz. Chem. Soc.* 22(5):936 - 942.