

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE JUAZEIRO POR DIMENSÕES LINEARES DO LIMBO FOLIAR

Patrício Borges Maracajá

Eng. Agr. D. Sc., Professor Adjunto, Departamento de Ciências Vegetais - UFERSA, Caixa Postal 137, 59625-900
Mossoró-RN. E-mail: patricio@ufersa.edu.br

José Antonio da Silva Madalena

Engº Agrº MSc. Agronomia. Centro de Ciências Agrárias – UFAL, BR 104, Norte Km 85, Rio Largo – AL . Email:
jasmufal@gmail.com

Eliene de Araújo

Bióloga. M. Sc. Universidade Federal de Alagoas. Email: elieneufal@gmail.com

Bráulio Gomes de Lima

Doutorando em Agronomia-Fitotecnia, – UFERSA, Prof. Escola Agrotecnica Federal de Iguatú-CE.
E-mail: paulolinhares@ufersa.edu.br

Paulo César Ferreira Linhares

Doutorando em Agronomia-Fitotecnia, Departamento de Ciências Vegetais – UFERSA, Caixa Postal 137, 59625-900
Mossoró-RN. E-mail: paulolinhares@ufersa.edu.br

RESUMO - Com o objetivo de obter equações que, através de parâmetros lineares dimensionais das folhas, permitisse a estimativa da área foliar de juazeiro, estudaram-se relações entre a área foliar real e parâmetros dimensionais do limbo foliar, como o comprimento ao longo da nervura principal (C) e a largura máxima (L), perpendicular à nervura principal. As equações lineares simples, polinomiais e potencias obtida podem ser usadas para estimação da área foliar. Do ponto de vista prático, sugere-se optar pela equação linear simples envolvendo o produto C x L, considerando o coeficiente linear igual a zero, a qual apresentou a menor Soma de Quadrados do Resíduo. Desse modo, a estimativa da área foliar de juazeiro pode ser feita pela fórmula $AF = 0,7931 \times (C \times L)$, que equivale a tomar, 79,31% do produto entre o comprimento ao longo da nervura principal e a largura máxima, com um coeficiente de correlação de 0,9937.

Palavras chave: *Zizyphus joazeiro* Mart., análise de crescimento, fisiologia, ajuste linear

ESTIMATE OF LEAF AREA OF JUJUBE TREE BY LINEAR DIMENSIONS OF LIMBUS LEAF

ABSTRACT- Aiming to get equations that through linear dimensional parameters of the leaves, allowing the estimation of leaf area of jujube tree, the relations between the real leaf area and dimensional parameters of the leaf limbus was examined, as the length along the Main nervure (C) and the maximum width (L), perpendicular to the main nervure. The simple linear equations, and polynomial powers obtained can be used to estimate leaf area. From the practical point of view, it is suggested to opt for the simple linear equation involving the product C x L, considering the linear coefficient equal to zero, which showed the smallest Sum of Squares of residue. Thus, the estimate of leaf area of jujube tree can be made by the formula $AF = 0.7931 \times (C \times L)$, which equates to take, 79.31% of the product between the length along the main nervure and the maximum width, with a correlation coefficient of 0.9937.

Key words: *Zizyphus jujube* Mart., Review of growth, physiology, set linear

INTRODUÇÃO

O juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), Rhamnaceae, de todas as árvores do Nordeste brasileiro, é a mais tipicamente sertaneja. É uma das plantas-símbolo das caatingas. Distribuída desde as zonas secas do Piauí até Minas Gerais. É conhecido

vulgarmente, na região, pelos nomes de joazeiro, juazeiro, joá, juá, juá-espinho, juá-mirim, laranjeira-de-vaqueiro, juá-de-boi, juá-bravo. Oferece extraordinário resistência à falta d'água, permanecendo verde o ano todo, até mesmo durante as secas mais severas. Por ocasião do estio estacional e das secas periódicas, quando quase todas as plantas das caatingas perdem as

folhas, mantêm-se enfolhadas apenas o juazeiro e algumas outras poucas plantas. Embora seja uma frutífera, de frutos consumidos pelos sertanejos, ela é mais utilizada como forrageira, planta medicinal e árvore para sombra (Mendes, 2001). Os frutos são comestíveis, ricos em vitamina C e amadurecem entre junho e julho (Lorenzi, 2000).

O juazeiro é uma planta xerófila de folhagem perene, que renova anualmente as folhas, em curto espaço de tempo, geralmente durante o mês de outubro. É uma das essências vegetais mais preciosas do sertão, que necessita ser plantada, em larga escala, para tornar verde a paisagem estorricada e cinzenta dos “verões” sertanejo (Mendes, 2001).

Considerando-se a importância dessa planta, há grande necessidade de estudos básicos envolvendo aspectos relacionados à reprodução, crescimento, desenvolvimento, exigências em nutrientes e outros. Na maioria desses estudos, o conhecimento da área foliar é fundamental, pois é talvez o mais importante parâmetro na avaliação do crescimento vegetal. Existem inúmeras possibilidades para se determinar a área foliar, a maioria com boa precisão. Marshall (1968) os classificou em destrutivos e não destrutivos, diretos ou indiretos. Os métodos destrutivos apresentam os inconvenientes de não se aplicarem quando a quantidade de amostras é limitada, quando se deseja avaliar outras características além da área ao longo do tempo na mesma amostra e, geralmente, são grandes consumidores de tempo. Por outro lado, os métodos não-destrutivos poupam as amostras e, com a utilização de equipamentos modernos, são rápidos e precisos. Entretanto, em função do preço, esses equipamentos nem sempre são de fácil aquisição. Assim, a estimativa da área foliar utilizando a relação entre as dimensões lineares da folha e a respectiva área destaca-se como alternativa simples, barata e acessível, necessitando apenas de régua e cálculos associados.

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. Este método já foi utilizado com sucesso para inúmeras plantas cultivadas e plantas daninhas, como *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries (Bianco, Pitelli e Perecin, 1983); *Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby (Peressin, Pitelli e Perecin, 1984), *Amaranthus retroflexus* L. (Bianco et al., 1995), *Fragaria x ananassa* (Pires et al., 1999; Strik & Proctor, 1985), *Richardia brasiliensis* (Gomez) (Rosseto, Pitelli e

Pitelli, 1997), *Solanum americanum* (Tofoli, Bianco e Pavani, 1998), entre outras.

Baseado no exposto, o presente trabalho teve por objetivo obter equações que estimem a área foliar do juazeiro utilizando dimensões lineares do limbo foliar.

MATÉRIAS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Irrigação e Drenagem do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do SemiÁrido (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; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (CARMO FILHO & OLIVEIRA, 1995).

As folhas usadas neste trabalho foram obtidas no bosque de juazeiro da UFERSA, localizado em Mossoró-RN. Foram coletadas 300 folhas, as quais foram numeradas de 1 a 300 e levadas ao laboratório para determinação linear das dimensões de comprimento e largura, área foliar e massa seca.

O método baseou-se nas dimensões comprimento (C) e largura (L) das folhas. O comprimento foi definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha e a largura como a maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento. Essas medidas foram obtidas com paquímetro digital modelo 799 - 6/150 Starreti.

A área das folhas (AF) foi calculada como o produto das duas dimensões, comprimento (C) e largura (L), conforme modelo expresso na tabela 1. A área das folhas amostradas foi determinada, através de um integrador de área foliar, modelo LI 3100 da Licor.

Foram idealizados nove modelos teóricos utilizando as medidas (C e L) obtidas e utilizando modelos lineares, quadráticos e potencial (Tabela 1). Para cada modelo foram calculados os coeficientes que melhor ajustaram a equação e os coeficientes de determinação (R²).

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 foliares.

Tabela 1. Modelos teóricos testados para obtenção de equações para cálculo da área foliar do juazeiro (AF) a partir de valores de comprimento da nervura principal (C), largura (L) e massa seca da folha (ms).

Comprimento (cm) x Largura (cm)		
1. $AF=aC^b$	2. $AF=aC^2+bC$	3. $AF=aC$
4. $AF=aL^b$	5. $AF=aL^2+bL$	6. $AF=aL$
7. $AF=aCxL^b$	8. $AF=aCxL^2+bL+P$	9. $AF=aCxL$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização da amostra de folhas da área foliar real e estimada encontra-se na tabela 2. O tamanho da amostra variou de 281 a 293 folhas, devido a retirada de pontos discrepantes que comprometeriam a análise. A área foliar real média oscilou de 15,74 a 15,83 cm², com área mínima de 8,08 a 8,19 cm² e máxima de 31,65 cm², e intervalo de confiança para

média de 0,539 a 0,547 cm². Para área foliar estimada, obteve-se média entre 15,61 a 16,09 cm², com mínimo de 6,85 a 10,93 cm², máxima de 22,18 a 31,40 cm² e intervalo de confiança entre 0,285 a 0,574 cm². Podemos observar nesta tabela que as médias das áreas estimadas são semelhantes ou muito próximas das áreas reais, indicando que as equações de regressão propostas são excelentes estimadoras de área foliar para o juazeiro.

Tabela 2. Caracterização da amostra, tamanho, mínimo, máximo, média e intervalo de confiança para média da área real e estimada.

Equações	Nº	Área Foliar Real				Área Foliar Estimada			
		Min.	Max.	Média	IC (95%)	Min.	Max.	Média	IC (5%)
1. AF=1,0114C ^{1,6899}	282	8,08	31,65	15,74	± 0,547	7,03	26,72	15,61	± 0,468
2. AF=0,4887C ² +0,6369C	281	8,19	31,65	15,77	± 0,546	6,85	27,96	15,77	± 0,500
3. AF= 3,1951C	282	8,08	31,65	15,74	± 0,547	10,06	22,18	16,08	± 0,285
4. AF=1,7647L ^{1,6121}	293	8,08	31,65	15,80	± 0,540	8,32	29,51	15,74	± 0,517
5. AF=0,6232L ² +1,6312L	292	8,19	31,65	15,83	± 0,539	8,53	29,89	15,83	± 0,517
6. AF=4,1797L	293	8,08	31,65	15,80	± 0,540	10,93	23,98	16,09	± 0,322
7. AF=0,9935CxL ^{0,9271}	284	8,08	31,65	15,78	± 0,547	7,91	30,08	15,76	± 0,533
8. AF=-0,0021CxL ² +0,8425CxL	283	8,19	31,65	15,81	± 0,546	7,71	30,09	15,80	± 0,542
9. AF=0,7931CxL	284	8,08	31,65	15,78	± 0,547	7,43	31,40	15,69	± 0,574

Na tabela 3, estão apresentados os resultados referentes aos estudos de regressão efetuados com as comparações da área foliar real e as medidas lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto do comprimento pela largura da folha (CL). Todas as análises de regressão foram estatisticamente significativa, pelo teste F, para p=0,01, com elevado coeficiente de determinação (R²). As equações apresentadas obtiveram estimativas satisfatórias da área foliar do juazeiro, com coeficiente de determinação acima de 82,00%, o menor coeficiente de determinação foi 82,22%, indicando que 82,22% das variações observadas na área foliar foram explicadas pelas equações sugeridas (linear, quadrática e potencial). Este método também apresentou resultados confiáveis ao ser utilizado para estimação da área foliar em outras culturas, como em plantas forrageiras tipo braquiária, conforme descrito por Schiavuzzo (1998), plantas daninhas (Bianco, Pitelli e Percin, 1983), (Peressin, Pitelli e Percin, 1984), (Bianco et al., 1995), (Pires et al., 1999; Strik & Proctor, 1985), (Rosseto, Pitelli e Pitelli, 1997), (Tofoli, Bianco e Pavani, 1998), morango (Pires et al., 1999) e outras.

As equações lineares (3, 6 e 9) passando pela origem (Tabela 3), apresentaram significância estatística (p<0,01) pelo teste t, para seu parâmetro α , com menor erro padrão para a equação 9. Com essas equações obteve-se elevado coeficiente de determinação (R²) para comprimento (96,37%), largura (97,87%) e o produto da largura pelo comprimento (99,37%), resultados semelhante foram obtidos por Lima et al. (2008), testando modelo linear para calcular a área foliar do feijão caupi, por meio das dimensões das folhas, com R² de 95,55% quando usou o produto da largura pelo comprimento. Bianco et al (2001) estimando a área foliar do *Sorghum halepense* concluíram que a equação linear simples passando pela origem é a mais recomendada, pois não altera expressivamente a soma de quadrado do resíduo e é de mais fácil utilização do ponto de vista prático.

Nas equações potencias (1, 4 e 7) foi possível observar (Tabela 3) os menores erros padrão, porém seu parâmetro α nas equações 1 e 7, foi não significativos estatisticamente pelo teste t, inviabilizando desta forma as equações 1 e 7. Essas equações apresentaram menores coeficientes de determinação quando comparados com as equações

lineares. Esses resultados foram inferiores aos encontrados por Severino *et al.* (2006), usando essas equações na determinação da área foliar do pinhão manso. Corroborando com Nascimento *et al.* (2002) trabalhando com meloeiro, que constataram melhor ajuste para modelo potencial, verificaram ainda que medidas de largura apresentam melhor correlação, em comparação com medidas de comprimento. Zaffaroni (1981), verificou por análise de regressão múltipla, que a área foliar do feijão macassar (*Vigna unguiculata* L.) teve melhor correlação com a largura do que com o comprimento do folíolo. Resultados semelhantes foi encontrado por Bergamim Filho *et al.* (1997), na estimativa da área foliar de feijão *Phaseolus*, baseado em medidas de largura, encontraram melhor ajuste na equação potencial

Quando utilizou as equações quadráticas (2, 5 e 8), verificou (Tabela 3) significação estatística de seus parâmetros (α e β) pelo teste t, e alto coeficiente de determinação, para comprimento da folha (83,20%), largura (91,77%) e produto da largura pelo comprimento (97,78%), superando os resultados encontrados por Severino *et al.*, (2006) utilizando a mesma equação na determinação da área foliar do pinhão manso. Tivelli *et al.* (1997) estabeleceram como metodologia para estimativa da área foliar do pimentão, equação do tipo polinômio de segundo grau, estimando a área foliar de cada folha a partir da medida de sua largura.

Tabela 3. Equações de regressão, parâmetros da equação, erro padrão, coeficientes de determinação e F das equações.

Equações	Parâmetros		Erro Padrão	R ² ajustado	F
	a	b			
1. AF=1,0114C ^{1,6899}	1,0114 ^{ns}	1,6899**	0,52250	0,8222	**
2. AF=0,4887C ² +0,6369C	0,4887**	0,6369**	1,91892	0,8320	**
3. AF= 3,1951C	3,1951**	-	2,71060	0,9692	**
4. AF=1,7647L ^{1,6121}	1,7647**	1,6121**	0,04066	0,8946	**
5. AF=0,6232L ² +1,6312L	0,6232**	1,6312**	1,35507	0,9171	**
6. AF=4,1797L	4,1797**	-	2,20199	0,9787	**
7. AF=0,9935CxL ^{0,9271}	0,9935 ^{ns}	0,9271**	0,02297	0,9662	**
8. AF=-0,0021CxL ² +0,8425CxL	-0,0021**	0,8425**	0,69918	0,9778	**
9. AF=0,7931CxL	0,7931**	-	0,87095	0,9937	**

(F)** significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F. (a e b)** significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste t.

CONCLUSÕES

1. As equações obtidas podem ser utilizadas para estimar a área foliar de juazeiro;
2. As equações estudadas que utilizaram o produto da largura pelo comprimento, conferiu elevados R² e menores erros padrão;
3. Do ponto de vista prático, a área foliar é estimada utilizando-se a equação **AF=0,7931xCxL**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMIN FILHO, A.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; GODOY, C.V.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; HAU, B. Angular leaf spot of *Phaseolus* beans: relationships between disease, healthy leaf area, and yield. *Phytopathology*, St Paul, v.87, n.5, p.506-515, 1997.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; BARBOSA JUNIOR, A. de F. Estimativa da área foliar de *Sorghum halepense* (L.) Pers. usando dimensões lineares do limbo foliar. *Revista Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n.1, p. 13-16, jan/jul, 2001.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PAVANI, M. C. M. D.; SILVA, R. C. Estimativa de área foliar de plantas daninhas. XIII – *Amaranthus retroflexus* L. *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 20, p. 5-9, 1995.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 2. *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries. *Planta Daninha*, Londrina, v.6, n.1, p.21- 24, 1983.

CARMO FILHO, F. ; OLIVEIRA, O.F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, série B).1995. 62p.

LIMA, C.F.G. de S.; OLIVEIRA, F. de A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T, OLIVEIRA FILHO, A.F. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. Caatinga, Mossoró-RN, v.21,n.1, p.120-127, jan/mar. 2008

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1. 351p.

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

MENDES, B.V. Plantas das Caatingas: umbuzeiro, juazeiro e sabiá. ESAM, (Coleção Mossoroense, Série C). Vol. 1212, 2001, p. 61-73.

NASCIMENTO, I.B.; FARIAS, C.H.A.; SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, J.F.; ESÍNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M.Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 555-558, dezembro 2002.

PERESSIN, V. A.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 4. Cassia tora L. **Planta Daninha**, Londrina, v. 7, n. 2, p. 48-52, 1984.

ROSSETO, R. R.; PITELLI, R. L. C. M.; PITELLI, R. A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: Poaia-Branca. **Planta Daninha**, Londrina, v.15, n.1, p. 25-29, 1997.

SCHIAVUZZO, P.F.; MONTEIRO, F.A.; CARMELLO, Q.A.C.; BANKUTI, A. Determinação do fator de correção para a estimativa da área foliar em braquiária marandu, cultivada em doses de nitrogênio. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1998. São Paulo. **Resumos...** São Paulo: USP, 1998. v.1, p.498.

SEVERINO, L.S.; VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Método para medição da área foliar do pinhão manso. Disponível: http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/MetodoMedicaoPinhao_FINAL12.pdf . Arquivo acessado em 15, agosto de 2008. As 18:46 horas.

STRIK, B.C.; PROCTOR, J.T.A. Estimating the area of trifoliolate and unequally imparipinnate leaves of strawberry. **Hortscience**, v. 20, n. 6, p. 1072-1074, 1985.

TIVELLI, S.W.; MENDES, F.; GOTO, R. Estimativa da área foliar do pimentão cv. Elisa conduzido em ambiente protegido (*Capsicum annum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38, 1997, Manaus. **Suplementos...**, Brasília: SOB, 1997.

TOFOLI, G. R.; BIANCO, S.; PAVANI, M. C. M. D. Estimativa da área foliar de *Solanum americanum* Mill.

Planta Daninha, Londrina, v. 16, n. 2, p. 149-152, 1998.

ZAFFARONI, E. Estimativa da área foliar em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) a partir de medidas dos folíolos. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.2, n.1, p.80-85, 1981.