

MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE *Acacia mangium* WILLD

Vitória Eduarda Ferreira¹, Sara Bezerra Bandeira², Eduardo Andrea Lemus Erasmo³, Ismael de Oliveira Pinto⁴

¹Estudante do Curso Técnico em Agropecuária – IFTO, Campus Colinas do Tocantins: vitoriaeduh@hotmail.com

²Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – UFT, Campus Gurupi: sarabbandeira@uft.edu.br

³Professor Adjunto – UFT, Campus Gurupi: erasmolemus@uol.com.br

⁴Professor EBT, Campus Colinas do Tocantins: ismael.pinto@ifto.edu.br

Resumo: Dentre as opções para melhorar a produção de florestas plantadas, a utilização de espécies de rápido crescimento como *Acacia mangium* Willd. surge como boa alternativa para incrementar a produção. Apesar de representar 2,25% da área reflorestada no país ainda há escassez de informações quanto a seu manejo e técnicas silviculturas básicas, sendo estudos acerca da sua área foliar ainda inexistentes. O objetivo deste trabalho foi obter equações que, através de parâmetros lineares dimensionais da folha, permitam estimar a área do limbo foliar de *A mangium*. Para tanto, estudaram-se correlações 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 ao eixo principal. Todas as equações permitiram boas estimativas da área foliar. Do ponto de vista prático sugere-se optar por equações lineares simples e linear simples pela origem envolvendo os respectivos produtos do comprimento pela largura máxima. Desse modo, estimativas da área foliar do limbo de *A mangium* pode ser obtidas pelas fórmulas $Sf=0,9244+0,6447*(CxL)$ e $Sf=0,6494*(CxL)$, ambas com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99

Palavras-chave: estimativa, biometria, equação.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento econômico e aumento do poder aquisitivo das classes C e D da população brasileira a demanda por produtos florestais madeireiros e não madeireiros aumentou significativamente, fato este que impulsiona a silvicultura na busca de alternativas que pressupõem altas produtividades para suprir a demanda de mercado.

Dentre as opções para melhorar a produção de florestas plantadas, a utilização de espécies de rápido crescimento surge como boa alternativa para incrementar a produção (BOLFE et al., 2004).

A *Acacia mangium* Willd. conhecida popularmente como acácia australiana ou acácia manjo representa 2,25% da área reflorestada no país com área plantada de aproximadamente 146 mil hectares, segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantada (ABRAF, 2013). Originária da Austrália, é uma espécie arbórea pertencente à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae. Devido a sua rusticidade, rápido crescimento e qualidade de madeira vêm sendo amplamente usada em programas de reflorestamento (KORAI; NIGEL, 2000; VEIGA; CARVALHO; BRASIL, 2000; LORENZI, 2009).

A madeira *A. mangium* é adequado para produção de papel, painéis e caixotes. Possui potencial para madeira serrada, móveis e madeira laminada. Seu potencial calorífico (4800-4900 Kcal.kg⁻¹), indica potencialidade para lenha e carvão. Seus usos não madeireiros incluem o uso como forragem para gado, produção de taninos, mel e sua serragem apresenta-se como substrato para produção de cogumelos comestíveis (LEMMENS et al., 1995).

Considerando a importância desta espécie florestal e levando em conta a escassez de informações quanto a seu manejo e técnicas silviculturais há ainda grandes lacunas no que tange estudos básicos envolvendo aspectos relacionados a produção, crescimento, desenvolvimento, exigências nutricionais e respostas a sistemas de manejo.

Para a maioria destes estudos, o conhecimento acerca da área foliar é fundamental e uma das características mais difíceis de serem mensuradas, porque normalmente requer equipamentos caros como integradores ou utiliza técnicas destrutivas impossibilitando a avaliação contínua de resposta a determinados tratamentos (BIANCO et al., 1995).

Vários métodos e técnicas tem sido desenvolvidas para a determinação da superfície da área foliar, incluindo técnicas planimétricas, análise de imagens, métodos colorimétricos, medidas de peso de imagens, medidas elétricas de superfície e técnicas fotométricas (MARCHI; MARTINS; COSTA, 2011).

Uma das opções para obtenção de tais medidas consiste na utilização de equações que permitam a estimativa da área foliar por meio de equações de regressão entre a área foliar real (A_f) e parâmetros dimensionais lineares das folhas principalmente comprimento e largura. As principais vantagens de sua utilização estão no fato de ser um método não-destrutivo de fácil determinação e que, uma vez estabelecida a equação ideal, as estimativas podem ser feitas a campo utilizando apenas uma régua graduada (BIANCO; CARVALHO; BIANCO, 2008).

Esse método já foi utilizado com sucesso para inúmeras plantas, como *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries (BIANCO et al., 1983), *Senna obtusifolia* Irvin e Barneby (PERESSIN, PITELLI e PERECIN, 1984), *Solanum americanum* Mill (TOFOLI; BIANCO; PAVANI, 1998), abóbora (SILVA et al., 1998), *Cissampelos glaberrima* (BIANCO et al., 2002), feijão-vagem (QUEIROGA et al., 2003), *Brachiaria plantaginea* (BIANCO; PITELLI; BIANCO, 2005), *Panicum maximum* Jacq (BIANCO; PITELLI; PERECIN, 2001), *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil* (BIANCO et al., 2007) apresentando excelente eficiência.

O objetivo deste trabalho foi determinar equações matemáticas adequadas ou seja, um fator de correção permita estimar a área foliar de *Acacia mangium* Willd a partir de parâmetros dimensões lineares dos limbos foliares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A análise foi realizada com base na metodologia proposta por Marchi, Martins e Costa (2011) que consistiu na coleta de 200 limbos foliares de *Acacia mangium* Willd sujeitos às mais diversas condições ecológicas que as espécies são susceptíveis, considerando-se toda as folhas das plantas, desde que não apresentassem deformações oriundas de fatores externos como pragas, moléstias, vento ou granizo. No laboratório, foram determinados o comprimento do limbo foliar ao longo da nervura principal (C) e a largura máxima do limbo foliar (L) perpendicular à nervura principal. A seguir, suas áreas foliares reais (S_f) foram determinadas com a utilização do aparelho Area Meter Licor, modelo LI-3100C.

Para escolha de uma equação que possa representar a área foliar em função das dimensões foliares, procedeu-se a estudos de regressão, utilizando as seguintes equações: linear $Y = a + bx$; linear pela origem $Y = bx$, geométrica $Y = axb$ e exponencial $Y = abx$. O valor Y estima a área foliar do limbo foliar em função de X, cujos valores podem ser o comprimento (C), a largura (L) ou o produto (C x L). No caso de X igual a (C x L), estimou-se também a equação linear passando pela origem, o que praticamente significa supor que a área é proporcional a um retângulo (C x L). Todas as equações utilizadas são lineares ou linearizáveis por transformação, de modo que os ajustes foram feitos a partir de retas. Para realizar as comparações entre os modelos, foram obtidas as somas de quadrados das diferenças entre os valores observados e os preditos pelos modelos, denominando isso

de soma de quadrados do resíduo. No caso dos modelos com transformação (geométrica e exponencial), foi feita a volta para escala original e, depois disso, obtidas as referidas somas de quadrados do resíduo. A melhor equação é a que apresenta a menor soma de quadrados do resíduo na escala real (sem transformação).

Os coeficientes de determinação são os obtidos com as variáveis de trabalho X e Y, no caso linear; logaritmo de Y e logaritmo de X, no caso geométrico; e logaritmo de Y e X, no caso exponencial. O número de graus de liberdade é o número de folhas analisadas, menos o número de parâmetros estimados para cada modelo. Para se testar o acréscimo de soma de quadrados do resíduo do modelo passando pela origem, em relação ao modelo com intercepto, utilizou-se o teste F condicional: $F = (\text{SQRes.}(0,0) - \text{SQRes. CL})/\text{SQRes. CL/GL}$, com 1 e 2 GL (graus de liberdade), em que GL é o número de folhas menos 2 (MEAD; CURNOW, 1983; NETER; WASSERMAN, 1974).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de regressão efetuados para *Acacia mangium* Willd, relacionando a área foliar real (Sr) e as medidas lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto do comprimento pela largura (C x L) e os coeficientes de determinação estão apresentados na tabelas 1.

Tabela 1. Equações de regressão, coeficientes de determinação, soma de quadrados do resíduo e graus de liberdade da regressão da área foliar em função das medidas lineares do limbo foliar de *Acacia mangium* Willd.

X ⁽¹⁾	Forma	Coefficiente de Determinação	G.L.	S. Q. resíduo (sem transformação)	Equação ⁽²⁾
C	linear	0,8839	198	57951,0278	Sf=-113,4484+10,3384*C
L	linear	0,9541	198	22900,9796	Sf=-62,0678+23,0733*L
CL	linear	0,9911	198	4425,8096	Sf=0,9244+0,6447*(CxL)
CL(0,0)	linear	0,9913	199	4458,6757	Sf=0,6494*(CxL)
C	geométrica	0,9115	198	44169,5165	Sf=0,0923*C ^{2,2845}
L	geométrica	0,9545	198	22704,1793	Sf=4,3023*L ^{1,5947}
C	Exponencial	0,9101	198	44866,8193	Sf=11,1081*1,1069 ^C
L	Exponencial	0,9313	198	1701909,7314	Sf=23,0696*1,2184 ^L

1: Características dimensionais lineares; 2: Área foliar estimada. \ I: *Linear Dimensional characteristics*; 2: *Estimated leaf area*.

Observamos que todas as estimativas com o uso das equações apresentam coeficientes de determinação superiores a 0,8839, indicando mais de 88% das variações observadas na área foliar foram explicadas pelas equações obtidas. Notamos que todas as equações lineares, exponenciais ou geométricas envolvendo o comprimento, a largura e o produto do comprimento pela largura máxima da folha permitiram boas estimativas da área foliar para *A. mangium* Willd.

Os maiores valores do coeficiente de determinação e os menores valores da soma de quadrados do resíduo foram observados para as regressões lineares que envolvem o produto do comprimento pela largura indicando serem as equações que permitem obter estimativas mais acuradas da área foliar de *A. mangium* Willd. Observamos que a equação do tipo $Y = a + bx$ (linear simples) apresentou o menor coeficiente de determinação e que a equação do tipo $Y = bx$ (linear pela origem) apresentou menor soma de quadrados de resíduo. Ambas equações apresentaram estimativas do

coeficiente de determinação superiores a 0,9900, o que indicando do que, da variabilidade total existente na área foliar, mais de 99% pode ser explicada pelas equações.

Na figura 1 (A e B) estão graficamente representados os valores obtidos para o produto do comprimento pela largura máxima do limbo foliar e o correspondente valor real da superfície foliar, bem como a representação gráfica das equações indicadas para a estimativa da área de folhas *A. mangium*.

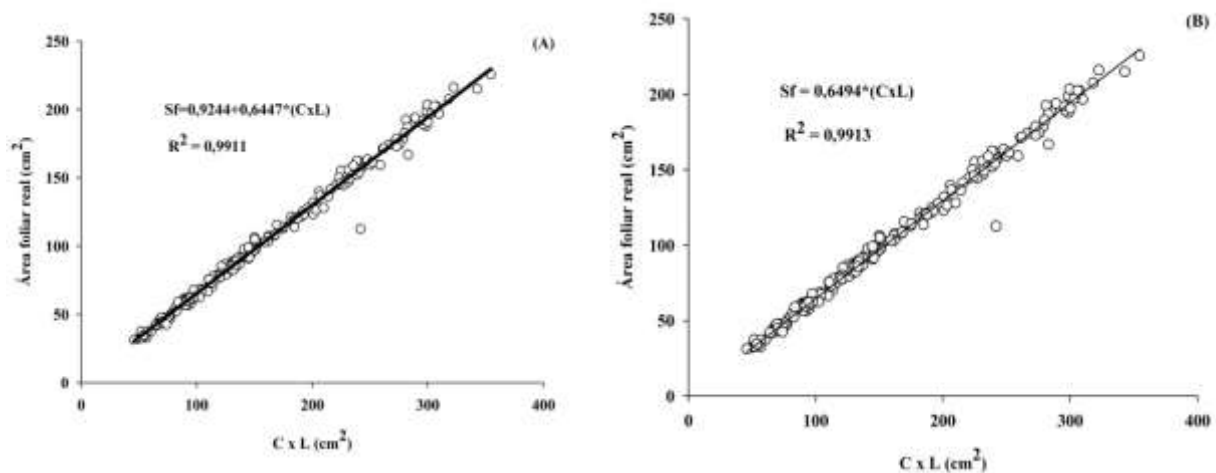


Figura 1. Representação gráfica da área foliar de *Acacia mangium* Willd. e da equação linear (A) e linear pela origem (B) para a estimativa da área foliar, em função do produto do comprimento (C) pela largura(L) máxima do limbo foliar.

Fonte: O autor

Observamos a pequena dispersão dos dados em relação à reta obtida, indicando que estimativas precisas e relativamente simples podem ser obtidas com a equação linear simples (A) bem como linear simples com a reta passando pela origem (B).

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que a estimativa da área foliar de acácia pode ser feita pelas equações $Sf=0,9244+0,6447*(CxL)$ e $Sf=0,6494*(CxL)$. Isto equivale dizer que a área foliar de *A. mangium* pode ser obtida aplicando um fator de correção de 64,47 % + 0,9244 e, ou 64,94, ao produto entre o comprimento e largura máxima da folha e que estas equações explicam o comportamento da área foliar em 99% dos casos.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a Capes pela concessão da bolsa a nível de mestrado e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, UFT – Campus Gurupi e IFTO – Campus Colinas do Tocantins pelo incentivo a publicação.

REFERÊNCIAS

ABRAF, **Anuário estatístico da ABRAF 2013**. ano base 2012/ ABRAF. – Brasília, 2013. 130p.

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

BIANCO, S.; et al. Estimativa de área foliar de plantas daninhas. XIII - *Amaranthus retroflexus* L. **Ecosistema**, v. 20, n.1, p. 5-9, 1995.

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

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; BIANCO, E. M. S. Estimativa da área foliar de *Brachiaria plantaginea* usando dimensões lineares do limbo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 597-601, 2005.

BIANCO, S. et al. Estimativa da área foliar de *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil* Roth. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 325-329, 2007.

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

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Estimativa da área foliar de *Panicum maximum* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 217-221, 2001.

BOLFE, E. L. et al. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de Acurácia. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2004.

KORAI, H.; NIGEL, P.T, Properties of *Acacia mangium* particle board II. **Bogor**, v. 2, n. 5 p. 189-194, 2000.

LEMMENS, R. H. M. J.; SOERIANEGARA, I.; WONG, W. C. **Plant Resources of Southeast Asia n° 5(2). Timber trees: Minor commercial timbers**. Backhuys Publishers, Leiden. 1995. 655 p

LORENZI, H. **Árvores Exóticas no Brasil**. 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2009, 384 p.

MARCHI, S.R.; MARTINS, D.; COSTA, N.V. Método não destrutivo de estimativa da

área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: tanner-grass e capim-fino. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1717-1724, 2011.

MEAD, R.; CURNOW, R. N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman and Hall, 1983. 335 p.

VEIGA, R.A.A.; CARVALHO, C.M.; BRASIL, M.A.M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium* Willd. **Cerne**, v.6, n.1, p.103-107, 2000.

NETER, J.; WASSERMAN, W. **Applied models. Regressions, analysis of variance and experimental designs**. Illinois: Recharad D. Irvin, 1974. 842 p.

PERESSIN, V. A.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 4. *Cassia tora* L. **Planta Daninha**, v. 7, n. 1, p. 48-52, 1984.

QUEIROGA, J.L.; et al. Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p. 64-68, 2003

SILVA, N. F.; et al. Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. **Revista Ceres**, v. 45, n. 259, p. 287-291, 1998.

TOFOLI, G. R.; BIANCO, S.; PAVANI, M. C. M. D. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: poaia branca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 25-29, 1998.