



Estimativa da área foliar de seringueira usando o método das dimensões¹

Evaluation of leaf area of rubber tree using the method of dimentions¹

Aurélio Antas Miguel², Luiz Edson Mota de Oliveira³, Alessandro Carlos Mesquita⁴, Paulo Araquém Ramos Cairo⁵, Lisandro Tomas da Silva Bonome⁶, Davi Melo de Oliveira⁷

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. E_mail: aurelio.miguel@cpatsa.embrapa.br

³Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia Vegetal.

⁴Universidade do Estado da Bahia, Campus III – Juazeiro, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais.

⁵Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia.

⁶Universidade Federal da Fronteira Sul, Campi de Laranjeiras do Sul, Laranjeiras do Sul, PR.

⁷Universidade Federal de Viçosa.

Recebido em: 31/08/2009

Aceito em: 01/06/2011

Resumo. A área foliar da seringueira é a verdadeira medida de seu potencial fotossintetizante e, conseqüentemente, da produção de látex. O objetivo deste estudo foi adaptar, para seringueira, um método para estimativa da área foliar. Para melhor caracterização, foi feita uma subdivisão dos estádios foliares da seringueira em: B2,1; B2,2; B2,3; B2,4; C1; C2; C3 e D. Os estádios A e B1 foram desconsiderados por não apresentarem superfície foliar aparente. Para cada subestádio avaliado foi determinado um fator de forma “f”, por meio da análise de regressão entre os valores do produto do comprimento pela largura das folhas (C x L) e os valores da área medida pelo método da fotocópia (área real). Posteriormente, foi realizada uma nova regressão entre os valores da área estimada (C x L x f) e os valores da área real, para testar a validade e a precisão do fator “f” na estimativa da área foliar de seringueira. Foram determinados fatores para cada subestádio isoladamente e, ao final, foi determinado um fator único, independentemente dos subestádios e das proporções em que estes se encontravam na planta. Pode-se estimar a área foliar da seringueira, a partir da medida das dimensões de suas folhas, com o uso de apenas um fator de correção sem prejudicar a precisão.

Palavras-chave. *Hevea*, índice de área foliar, ontogenia foliar.

Abstract. The rubber tree leaf area is the real measure of its photosynthesis potential and consequently latex production. This study aimed to adapt for rubber tree, a method for leaf area evaluation. For further characterization was made a subdivision of the leaf stages of rubber tree in: B2.,1; B2.2; B2.3; B2.4; C1; C2; C3 and D. The stages A and B1 were not accepted as they did not present leaf apparent surface. For each used understage it was determined a shape factor (“f”), through regression analyses between the values of the product length by width of leaves (L x W) and the measured area by the photocopies method (real area). Afterwards, another regression, between the values of the estimated area (L x W x f) and the values of the real area (photocopy), was done to test the reliability and the accuracy of “f” factor in the leaf area evaluation. Factors were determined for each understaged separately and, in the end, an only factor was determined, no matter what understaged and proportions these understaged could be in the plant. We can estimate the rubber tree leaf area, from mensuring the dimensions of its leaves, using only a correction factor without sacrificing accuracy.

Keywords. *Hevea*, leaf area index, leaf ontogeny.



Introdução

A seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd) ex. ADR. de Juss) Müell.-Arg.] pertence à família *Euphorbiaceae*, com ocorrência e dispersão naturais na Amazônia brasileira e em países próximos. Apresenta grande diversidade genética e capacidade de adaptação em outras regiões do país, a despeito da ampla diversidade de características edafoclimáticas (Lima, 1998). Com relação à ontogenia foliar, a seringueira apresenta quatro estádios bem definidos: A, B (B1 e B2), C e D, sendo que cada um destes estádios pode ser subdividido, para melhor representação e caracterização, dependendo do objetivo do estudo.

O estádio A caracteriza-se pelo início da atividade de divisão celular e morfogênese da gema apical que se encontrava anteriormente em repouso. O estádio B corresponde à fase de alongamento e pode ser dividido em dois subestádios: B1, quando os folíolos estão na vertical, com o ápice voltado para cima e ricos em antocianina e B2, em que os ápices dos folíolos estão voltados para baixo e com coloração antocianina intensa, apresentando maior velocidade de alongamento do eixo caulinar. No estádio C, os folíolos encontram-se pendentes, flácidos e já se apresentam esverdeados. A fase de dormência da gema apical, com folhas totalmente amadurecidas caracteriza o último estádio, o D (Hallé et al., 1978).

A área foliar de qualquer cultura é a verdadeira medida da sua grandeza fotossintetizante, determinando diretamente a produção das plantas. É de importância fundamental na determinação de vários parâmetros utilizados na análise de crescimento, como taxa transpiratória, taxa assimilatória líquida, área foliar específica e índice de área foliar (Oliveira et al., 2002). A área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência na planta (Monteiro et al., 2005).

Um dos caracteres mais importantes na seleção de clones de seringueira é a produção de látex e, para que ocorra uma boa produção é necessário que haja uma fonte de assimilados (folhas), para suprir de forma sistemática e abundante o processo bioquímico responsável pela biossíntese de látex (rota do ácido mevalônico). Dessa forma, a quantificação do

tamanho desta fonte (área foliar) e sua correlação com a produção tornam-se uma ferramenta imprescindível para o melhor entendimento da grande variabilidade produtiva entre os diversos clones (Mesquita & Oliveira, 2010).

O conhecimento de métodos para determinação direta ou estimativa da área foliar tem grande importância em estudos que envolvem análise de crescimento em plantas, fotossíntese, propagação vegetativa, ataque de pragas e doenças (Lucchesi, 1984; Benincasa, 1988), taxa transpiratória ou taxa de produção associada à capacidade de crescimento, respostas fisiológicas a fatores como condução de plantas, podas, porta-enxertos, irrigação e fertilização (Bignami & Rossini, 1996).

Na determinação da área foliar podem ser utilizados métodos diretos e indiretos. Dentre os muitos métodos indiretos, existem os que se baseiam em medidas de radiação solar, os quais apresentam a vantagem de serem não destrutivos, utilizando apenas a informação da fração de radiação transmitida que não sofreu atenuação pela estrutura do dossel vegetativo. Os métodos diretos estão relacionados às medidas tomadas diretamente na planta, sendo muito importante, para a qualidade da medida, uma amostragem representativa, que será maior ou menor em função do tamanho e tipo de planta.

Várias dificuldades ocorrem na determinação de área foliar em espécies arbóreas, uma das quais é o porte da árvore e o número de folhas de plantas adultas, sendo extremamente trabalhosa, quando não, impraticável. A escolha do método a ser utilizado depende do objetivo do trabalho, do grau de precisão desejado, do tamanho da amostra, da morfologia das folhas, dos equipamentos disponíveis, dos custos envolvidos e do tempo que poderá ser despendido. De maneira geral, os métodos mais precisos são os destrutivos, com a desvantagem de impedirem a continuidade dos estudos na mesma planta.

Muitas técnicas indiretas têm sido propostas para determinação não-destrutiva de área foliar, principalmente em espécies arbóreas, dentre as quais, as técnicas que visam minimizar o esforço da amostragem, como a determinação das relações entre área foliar e variáveis biométricas, como o diâmetro de tronco ou de ramos, técnicas estas que, apesar de simples, envolvem



suposições, sendo uma delas, a uniformidade na densidade foliar da copa, que podem implicar grande erro, dependendo da cultura (Coelho Filho et al., 2005).

O crescimento de uma planta pode ser estudado utilizando-se diferentes tipos de medidas, tais como lineares, de superfície, de peso e número de órgãos. Referindo-se à medição de folhas, as medidas de superfície são as mais utilizadas e compreendem vários métodos: método dos quadrados ou dos pontos, das áreas conhecidas de lâminas, das figuras geométricas, do planímetro, dos equipamentos eletrônicos, da fotocópia ou contornos foliares e dos fatores de correção.

O objetivo deste estudo foi adequar o método das dimensões para estimar a área foliar de plantas de seringueira.

Material e Métodos

Folhas nos estádios B e C foram coletadas e subdivididas nos seguintes subestádios para melhor representação da área: B2,1; B2,2; B2,3; B2,4; C1; C2; C3, além de folhas no estádio D (folha completamente expandida), em um total de 20 folhas por subestádio ou estádio. Nos estádios A e B1 não foram coletadas folhas, visto que, nestas etapas do desenvolvimento foliar encontram-se apenas os primórdios foliares, sem relevância com relação à superfície foliar da planta.

Para a determinação da área foliar foram utilizados dois métodos. O primeiro, denominado método das dimensões, baseia-se nas figuras geométricas. Neste método foram medidos o comprimento (C), que é definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha e a largura das folhas (L), definida como maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento. A área foliar superestimada (Afs) foi obtida pelo produto das duas medições (C x L).

O segundo método, denominado da fotocópia ou dos contornos foliares, foi utilizado para a determinação da área foliar real (Afr) e, consistiu dos seguintes procedimentos: a folha da planta foi fotocopiada (sem dobras) em uma página de papel, com dimensões (Ap) e peso (Pp) previamente conhecidos. Em seguida, recortou-se cuidadosamente o contorno foliar impresso no

papel e verificou-se o seu peso (Pc). Por regra de três simples, obteve-se a área dos contornos foliares (Ac), que corresponde, em princípio, à mesma área da folha que foi fotocopiada.

Vale ressaltar que as folhas mensuradas pelo método da fotocópia foram às mesmas medidas pelo método das dimensões.

Após a obtenção da área foliar superestimada e da área foliar real calculou-se a área foliar estimada (Afe) de cada subestádio. Para isto multiplicou-se a área foliar superestimada por um fator de forma “f” (equação 1), assim:

$$Afe = Afs \times f \quad \text{Eq. (1)}$$

Por análise de regressão, determinou-se o fator de forma “f”, que foi obtido pela análise de regressão simples entre a área de uma amostra de 20 folhas medidas pelo método da fotocópia e a área da mesma amostra de 20 folhas medidas pelo método das dimensões (C x L). A partir do ajuste da reta ao conjunto de dados (amostra de folhas medidas pelo método da fotocópia e pelo método das dimensões) obteve-se a equação 2 da reta:

$$Y = bx \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que “b” corresponde ao fator de forma “f” determinado para cada um dos oito subestádios avaliados.

A partir da obtenção de “f” para cada subestádio foliar e posterior cálculo da área foliar estimada (C x L x f) fez-se o teste de “f” para cada subestádio foliar empregando-se a análise de regressão entre a área foliar estimada e a área foliar real de uma amostra de 20 folhas. Por fim, testou-se um “f” geral, independente do estádio ou subestádio em que as folhas se encontravam ou em que proporções estavam presentes na planta. Para isto, realizou-se uma análise de regressão entre as médias da área foliar estimada e a área foliar real de cada subestádio foliar.

Todos os valores de área foliar mostrados neste trabalho foram avaliados em cm².

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos pela análise de regressão entre os valores de área foliar superestimada e os de área foliar real estão



expressos na Tabela 1. Observam-se aumento nos valores de b, obtidos a partir da equação 2 ($Y = bx$) dos coeficientes de determinação (R^2) em função do desenvolvimento foliar.

O aumento do coeficiente de determinação nos estádios mais avançados do

desenvolvimento foliar deve-se ao fato de que, nestes estádios, a variabilidade no tamanho das folhas é menor quando comparado aos estádios mais iniciais, provocando neste último uma menor uniformidade da amostra.

Tabela 1. Valores do fator de forma “f” ou “b” (da equação $Y = bx$), com os respectivos coeficientes de determinação (R^2) para cada subestádio foliar de seringueira, oriundos da análise de regressão entre os valores de área foliar superestimada e os de área foliar real.

Parâmetros	Estádios							
	B 2,1	B 2,2	B 2,3	B 2,4	C 1	C 2	C 3	D
B	0,42	0,48	0,55	0,55	0,59	0,59	0,59	0,59
R^2	0,78	0,71	0,86	0,85	0,98	0,97	0,98	0,96

Observa-se um incremento no fator de forma “f” com o avanço dos estádios foliares de seringueira. Essa variação permite uma melhor caracterização de cada subestádio, no que diz respeito às dimensões da área foliar, requerendo, evidentemente, correções.

O produto do comprimento pela largura, por si só, não corresponde a um bom parâmetro para estimativa da área foliar, uma vez que esse valor representa a área de um retângulo, acarretando uma superestimação da área real. Daí a necessidade de um fator de conversão da forma retangular para a superfície real. Vários parâmetros têm sido utilizados para estudo de correlação com a área foliar. Carbonneau (1976) e Gonçalves et al. (2002), utilizaram medições da soma do comprimento das duas maiores nervuras laterais para correlacionar com a área foliar do gênero *Vitis*, obtendo valores satisfatórios. Manivel & Weaver (1974), citados por Gonçalves et al. (2002), obtiveram modelo matemático na forma de equação de segundo grau, quando correlacionaram em *V. vinifera* a área foliar com o comprimento e largura da folha e comprimento do pecíolo. Já Xavier et al. (2002), trabalhando com eucalipto, correlacionaram o índice de área foliar (IAF) com a idade dos clones.

Strik & Proctor (1985), citados por Monteiro et al. (2005), também trabalharam com o comprimento e a largura foliar, como no

presente estudo e concluíram que a utilização de ambas as variáveis, serve para estimar de forma mais adequada a área dos folíolos de morangueiro. Schiavuzzo (1998), também citado pelo mesmo autor, obteve resultados confiáveis para a estimativa da área foliar de braquiária. Monteiro et al. (2005), estimaram com boa exatidão, com erros em torno de 10%, a área foliar do algodoeiro a partir da medida das dimensões de suas folhas.

Após a determinação do fator de forma “f”, o mesmo foi testado multiplicando o seu valor pela área foliar superestimada, obtendo-se a área foliar estimada. Essa nova área obtida foi relacionada com a área foliar mensurada pelo método da fotocópia, por meio de uma análise de regressão, cujos valores de coeficiente de determinação e equações da reta estão expressos na Figura 1.

Observa-se pela Figura 1, altos valores de coeficiente de determinação, indicando que os fatores de forma “f” obtidos para cada subestádio foliar foram eficientes para corrigir os valores da área foliar superestimada, fornecendo resultados precisos da área foliar da seringueira. Ressalta-se que maiores coeficientes de determinação foram obtidos nos estádios mais avançados do desenvolvimento foliar, provavelmente, devido a menor variabilidade no tamanho das folhas nestes estádios.

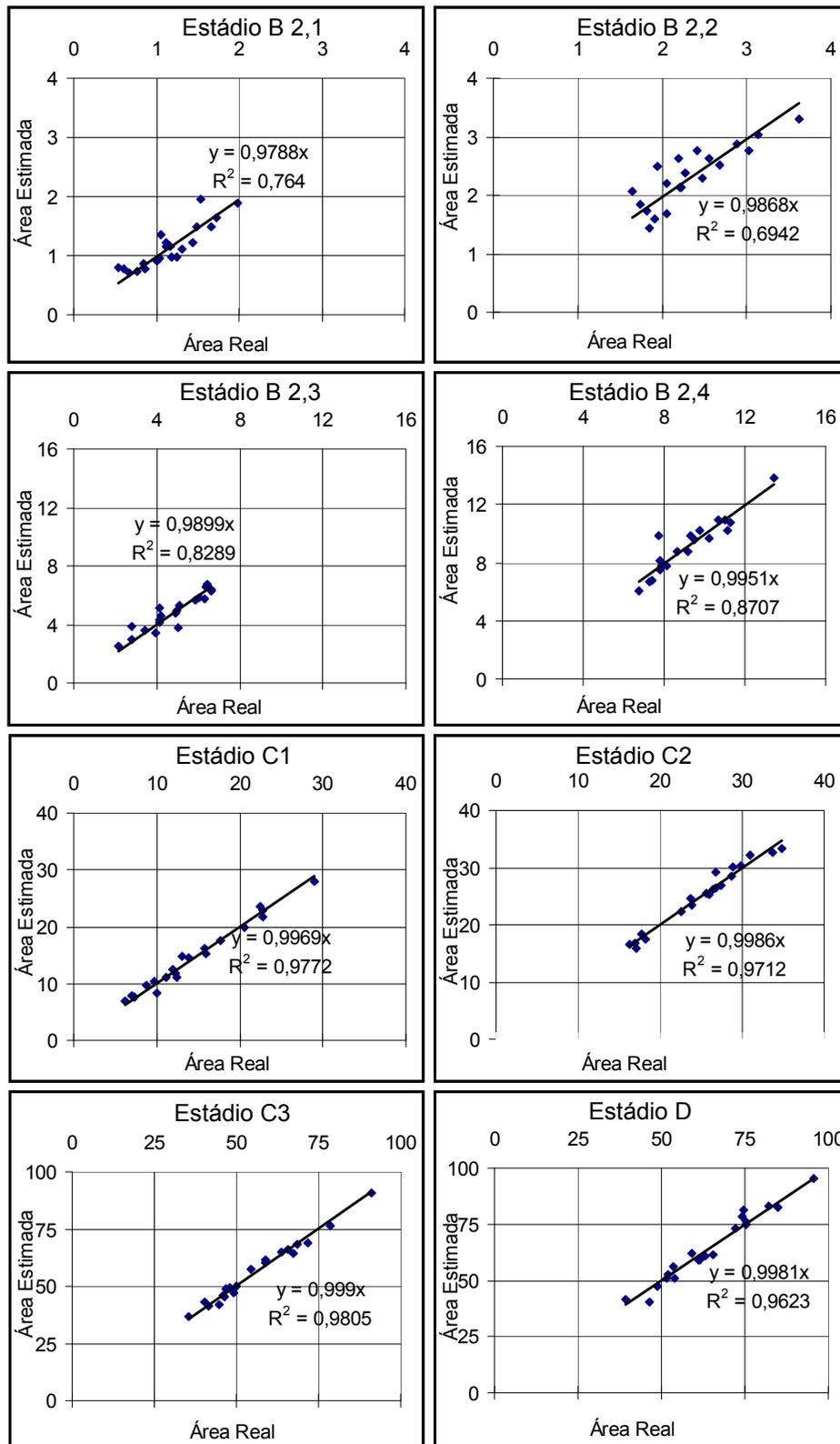


Figura 1. Relação entre a área foliar estimada ($C \times L \times f$) e a área foliar real (medida pelo método da fotocópia) em diferentes subestádios foliares de seringueira.

Foi testada ainda, a viabilidade de utilização de um fator de forma “f” único, independente do estágio ou subestádio em que as folhas se encontravam ou em que proporções estavam presentes na planta.

Observa-se pela Figura 2 que, o fator de forma “f” único utilizado, de 0,59, foi eficiente para estimar a área foliar de seringueira, uma vez que, o coeficiente de determinação apresentou valor próximo a 1.

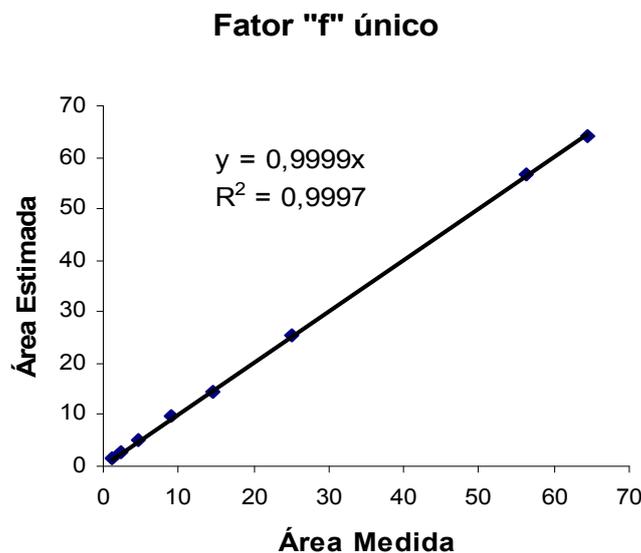


Figura 2. Relação entre a média da área foliar estimada ($C \times L \times f$) e a média da área foliar real (medida pelo método da fotocópia) de cada subestádio foliar de seringueira.

Este resultado é extremamente importante, pois, a utilização de um fator de forma “f” único simplifica, sobremaneira, a determinação da área foliar de seringueira, visto que, não seria necessário dividir as folhas de acordo com seu estágio de desenvolvimento. Monteiro et al. (2005) também encontraram um valor único para o fator de forma “f” para a estimar com precisão a área foliar do algodoeiro.

Vale ressaltar que, embora a estimativa da área foliar pelo método das dimensões tenha a desvantagem de ser trabalhosa, devido à realização de medições em um grande número de folhas. Este se destaca por possibilitar a avaliação da área foliar com o mínimo de recursos e de maneira não destrutiva.

Conclusões

Pode-se estimar a área foliar da seringueira, a partir da medida das dimensões de suas folhas, com o uso de apenas um fator de correção sem prejudicar a precisão.

Referências

- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 42p. 1988.
- BIGNANI, C.; ROSSINI, F. Image analysis of leaf area index and plant size of young hazelnut plants. **Journal of Horticultural Science**, v.71, n. 1, p.113-121, 1996.
- CARBONNEAU, A. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v. 10, n.2, p. 141-159, 1976.
- COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; VASCONCELOS, M.R.B.; COELHO, E.F. Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida “Tahiti” usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 163-167, 2005



GONÇALVES, C.A.A.; CHALFUN, N.N.J.; REGINA, M.A.; ALVARENGA, A.A.; SOUZA, M.T.; ABRAHÃO, E. Estimativa de área foliar da videira (*Vitis labrusca* L. CV. Folha de Figo) sobre diferentes porta-enxertos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.3, p.500-504, 2002.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.A.; TOMLINSON, P.B. **Tropical trees and forest**. Berlim, Springer-Verlag, 441 p. 1978.

LIMA, D.U. **Avaliação sazonal da produção de borracha e do metabolismo do carbono do nitrogênio em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) cultivadas em Lavras – MG**. 1998. Ano de obtenção: 1998. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. In: Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1984, Piracicaba-SP. **Anais...** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, v.41, p.181-202, 1984.

MESQUITA, A.C.; OLIVEIRA, L.E.M. Características anatômicas da casca e produção de látex em plantas de seringueira não enxertadas. **Acta Amazonica**, v.40, p.241-246, 2010.

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 seca das folhas. **Bragantia**, v.64, n.1, p.15-24, 2005

OLIVEIRA, M.N.S.; LOPES, P.S.N.; MERCADANTE, M.O.; OLIVEIRA, G.L.; GUSMÃO, E. Medição da área foliar do pequi utilizando a soma da nervura principal dos folíolos. **Unimontes Científica**, v.3, n.3, 2002.

XAVIER, A.C.; SOARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p. 421-427, 2002.