

Estimativa da área foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' sob irrigação e sequeiro

Leaf area estimate in apple trees 'Galaxy' and 'Fuji Suprema' under irrigation and rainfed conditions

Danyelle de Sousa Mauta¹, Fernando José Hawerroth², Charle Kramer Borges de Macedo³,
Fernanda Pelizzari Magrin⁴, Cassandro Vidal Talamini do Amarante⁵, Gilmar Ribeiro
Nachtigall⁶

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar uma equação matemática adequada para estimar a área foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' sob irrigação e sequeiro, por meio de medidas lineares de seus limbos foliares. A área foliar foi estimada por meio de modelos de regressão, utilizando diferentes equações que relacionam os valores obtidos pelo integrador de área foliar com as dimensões comprimento (C), largura (L), e o produto destas dimensões (C x L). Para 'Galaxy' e 'Fuji Suprema', tanto em condições de irrigação quanto em sequeiro, a estimativa da área foliar para o comprimento (C) apresentou maior precisão com o uso dos modelos geométrico e exponencial. O produto das dimensões comprimento (C) e largura (L) da folha é um parâmetro adequado para utilização como variável independente, na estimação da área foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' em condições de sequeiro e irrigada, por meio de modelos de regressão.

Palavras-chave: *Malus domestica*; dimensões foliares; modelos de regressão.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine a mathematical equation suitable to estimate the leaf area of 'Galaxy' and 'Fuji Suprema' apple trees under irrigation and natural conditions, by use of linear measurements of leaf limbs. The leaf area was estimated through regression models, using different equations that relate the values obtained by the leaf area integrator with the length (C), width (L), and the product of these dimensions (C x L). For 'Galaxy' and 'Fuji Suprema', both in irrigation and natural conditions, the leaf area estimate for length (C) was more accurate with the use of geometric and exponential models. The product of the length (C) and width (L) leaf dimensions is a suitable parameter for use as an independent

¹Mestranda em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina -UDESC.

²Pesquisador em Fitotecnia - Manejo e fisiologia de frutíferas da Embrapa Uva e Vinho / Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado.

³Doutorando em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina -UDESC.

⁴Doutoranda em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina -UDESC.

⁵Professor Titular da Universidade do Estado de Santa Catarina -UDESC.

⁶Pesquisador em Nutrição de Plantas da Embrapa Uva e Vinho / Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado.

variable in leaf area estimation of 'Galaxy' and 'Fuji Suprema' apple trees in natural conditions and irrigated conditions by regression models means.

Keywords: *Malus domestica; foliar dimensions; regression models.*

INTRODUÇÃO

Com a evolução da pomicultura no Brasil, surgiu a necessidade de ampliar a produtividade dos pomares (BOSCO et al., 2012). Para possibilitar o aumento da produtividade e a manutenção da área cultivada, é necessária a implantação de sistemas de produção eficientes e que permitam condições fisiológicas ideais para o desenvolvimento das plantas (SOFIATTI et al., 2009). No entanto, para a expressão do máximo potencial produtivo de uma cultura, a área foliar é um fator limitante, pois o processo fotossintético decorre da interceptação luminosa e da sua conversão em energia química de luz, que, por sua vez, dependem do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência na planta (FAVARIN et al., 2002).

A utilização de porta-enxertos menos vigorosos e condução das plantas em líder central permitiram aumentar a densidade de plantas, e em consequência a produtividade (BOSCO et al., 2012). No entanto, houve uma redução na área foliar total, o que desencadeou num aumento da penetração da radiação solar, na ventilação e modificações morfológicas e fisiológicas no dossel da planta (BALAN, 2005). Outro fator preponderante que torna crucial a pesquisa da área foliar é a relação área foliar e produção de frutos, pois ela influencia tanto no tamanho, quanto na qualidade dos frutos (BOSCO et al., 2012).

A quantificação da área foliar pode ser realizada por métodos diretos ou indiretos (AQUINO et al., 2011). O método direto requer equipamentos com custos elevados e/ou técnicas destrutivas para aplicações planimétricas (SOUZA, et al., 2014). Com isso, o uso de métodos não destrutivos ganha importância em pequenas populações de plantas, onde é possível realizar medições ao longo do cultivo e que se pretende utilizar essas plantas para avaliação posterior (SACHET, 2015).

Atualmente, é comum estimar a área foliar por equações matemáticas, envolvendo medidas lineares como comprimento e largura da folha e comprimento do pecíolo, ou alguma combinação dessas variáveis (BLANCO; FOLEGATTI, 2005). As equações matemáticas desenvolvidas para determinação da área foliar dos folíolos são obtidas por modelos de regressão, baseados em medidas lineares. 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 (BIANCO, 2008).

Segundo Dell' Orto Morgado et al. (2013), a determinação de uma metodologia de medição de área foliar de baixo custo, eficiente, rápida e não destrutiva, é imprescindível para a ampliação das pesquisas. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar uma equação matemática adequada para estimativa da área foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' sob irrigação e sequeiro por meio de medidas lineares de seus limbos foliares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido com folhas de macieiras coletadas em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS. Foram coletados 200 limbos foliares de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' sob condições de sequeiro e irrigado que estavam sujeitas às mais diversas condições ecológicas em que a espécie pode ocorrer, considerando todas as folhas das plantas, desde que não apresentassem deformações oriundas de fatores externos como pragas, moléstias e granizo. Para a coleta das folhas, foi efetuada a amostragem aleatória e de diferentes dimensões em todas as regiões da copa.

A

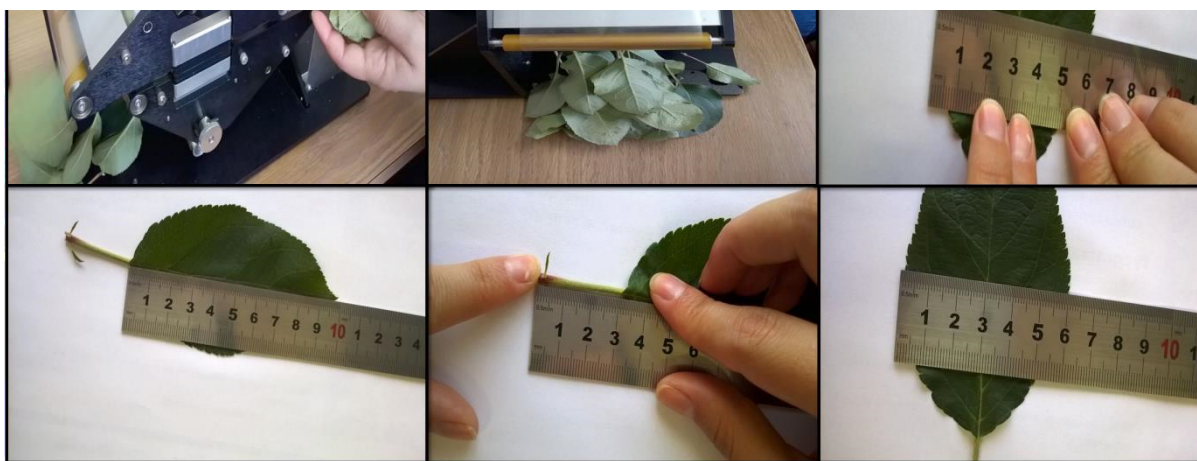
B

C

D

E

F



Fonte:

Lisiane Viaceli de Oliveira

Figura 1. Determinação das dimensões do limbo foliar em macieiras ‘Galaxy’ e ‘Fuji Suprema’ em área irrigada e de sequeiro. Monte Alegre dos Campos, RS, 2016. A- Área foliar real; B- Área foliar real; C- Largura foliar; D- Comprimento foliar; E- Comprimento do pecíolo e F- Largura foliar.

As folhas coletadas foram acondicionadas em embalagens plásticas, a fim de reduzir perdas do conteúdo de água, e transportadas ao laboratório onde foram avaliadas. Com auxílio de uma régua foram medidas em cada folha as dimensões comprimento do limbo foliar ao longo da nervura principal e da largura máxima do limbo foliar perpendicular à nervura principal, sendo expressas em cm (Figura 1). O comprimento da folha foi definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha (Figura 1D), e a largura como a maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento da folha (Figura 1C e 1F). A partir do comprimento e da largura das folhas foi calculado a relação média existente entre essas dimensões para cada cultivar estudada. A área foliar real foi determinada, em cm², utilizando-se integrador de área foliar da marca Li-Cor, modelo Li-3000 (Figura 1A e 1B).

A área foliar foi estimada por meio de estudos de regressão, utilizando diferentes equações que relacionam os valores obtidos pelo integrador de área foliar com as dimensões comprimento (C), largura (L), e o produto destas dimensões (C.L). Foram utilizadas as equações linear ($Y = a + bx$), linear passando pela origem ($Y = bx$), geométrica ($Y = ax^b$) e exponencial ($Y = ab^x$), em que Y representa a área foliar estimada em função de X, cujos

valores podem ser o comprimento (C), a largura (L) ou o produto (C x L) e 'a' e 'b' são os coeficientes das equações.

Os dados de comprimento, largura, área foliar e relação comprimento/largura das folhas das cultivares de macieiras estudadas foram submetidos à análise de variância, tendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. A significância das equações de regressão foi testada através do teste F a 1% de probabilidade de erro e a escolha das melhores equações para estimar a área foliar em função das dimensões foliares foi efetuada com base nos coeficientes de determinação (R^2) obtidos e nos quadrados médios do resíduo de cada equação.

Conforme exposto por BIANCO et al. (2003) e BIANCO et al. (2007), as equações que apresentarem menores valores para quadrados médios do resíduo são as mais indicadas para estimar a área foliar a partir das dimensões da folha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento médio (Tabela 1) das folhas foi significativamente superior na cultivar Galaxy sob sequeiro, apresentando o valor de 8,38 cm. Ainda na tabela 1, quando se considera a largura foliar nota-se que não houve diferença significativa entre as cultivares e os respectivos sistemas de irrigação e sequeiro. Os menores valores médios para a largura das folhas foram observados na cultivar 'Fuji Suprema' em área irrigada (3,74 cm).

Tabela 1: Valores máximos, mínimos e médios para comprimento e largura foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' sob irrigação e sequeiro. Monte Alegre dos Campos, RS, 2016.

Cultivar	Comprimento da folha			Largura da folha		
	Valor médio	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Valor mínimo	Valor máximo
cm.....					
Galaxy irrigada	11,00	3,00	8,03b	6,30	1,40	3,95a
Galaxy Sequeiro	12,00	2,50	8,38a	6,30	1,10	3,97a
Fuji Suprema irrigada	9,70	2,40	6,48c	6,00	1,20	3,74a
Fuji Suprema Sequeiro	9,40	0,70	6,40c	6,40	1,30	3,96a
CV (%)	18,61			23,25		
F	114,05*			2,88*		

* significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2: Valores máximos, mínimos e médios para área foliar e relação entre o comprimento e largura do limbo foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' sob irrigação e sequeiro. Monte Alegre dos Campos, RS, 2016.

Cultivar	Área foliar			Relação comprimento/ Largura	
	Valor	Valor	Valor do limbo foliar		
			máximo	mínimo	médio
Galaxy irrigada		3,79	23,95a		2,06b
Galaxy Sequeiro	47,28	2,47	25,40a		2,15a
Fuji Suprema irrigada	50,46	40,6	2,85	18,85b	1,79c
Fuji Suprema Sequeiro	40,74	3,03	20,47b		1,66d
CV (%)		34,68			17,16*
F		31,06*			97,81*

* significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ao analisar o valor médio da área foliar exposto na tabela 2, constata-se que a cultivar Galaxy, tanto em sequeiro quanto em área irrigada, apresentou-se superior a cultivar Fuji Suprema em ambos os níveis de irrigação. Os valores médios para área irrigada foram de 23,95 cm² e 18,85 cm² para as cultivares Galaxy e Fuji Suprema, respectivamente. Já sob sequeiro, esses valores variaram de 25,40 cm² para Galaxy e 20,47 cm² para Fuji Suprema. Para a relação comprimento/largura do limbo foliar, apenas para Galaxy sob sequeiro, esta variável foi significativamente maior que as outras cultivares (Tabela 2).

As equações estimadas para obtenção da área foliar em macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema', relacionando a área foliar real e as medidas lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto do comprimento pela largura da folha (C x L), estão na Tabela 3. Estimaram-se quatro modelos para cada cultivar estudada e, de maneira geral, o modelo geométrico, que relaciona comprimento (C), largura (L) e o produto entre ambas com a área foliar determinada (Y), apresentaram elevados coeficientes de determinação ($R^2 > 0,52$).

Considerando as cultivares separadamente observa-se que os modelos matemáticos testados apresentaram níveis de precisão diferenciados, no entanto a cultivar Fuji Suprema sob sequeiro apresentou uma estimativa da área foliar satisfatória (Tabela 3). Para esta cultivar em condições de sequeiro, o modelo geométrico apresentou os melhores coeficientes de determinação com valores de R^2 igual a 0,85 para comprimento, 0,92 para largura e 0,98 para o produto comprimento x largura (Tabela 3). Estimativas de coeficientes de determinação superiores a 0,92 foram encontradas com modelos de área foliar utilizando o produto do comprimento com a largura foliar (Tabela 3).

Para 'Galaxy' e 'Fuji Suprema', tanto em condições irrigada quanto em sequeiro, a estimativa da área foliar para o comprimento (C) apresentou maior precisão com o uso dos modelos geométrico e exponencial. Estes resultados não corroboram com Bosco et al, 2012 que ao selecionar modelos de regressão para estimar a área foliar de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto, constataram que os modelos linear e quadrático estimam com acurácia e precisão a área foliar. Considerando a largura (L) da folha, a estimativa da área foliar com maior precisão foi com o uso dos modelos Linear e geométrico para 'Galaxy' irrigada, 'Galaxy' em sequeiro e 'Fuji Suprema' em sequeiro, já para 'Fuji Suprema' irrigada, apenas o modelo geométrico ($Y=4,009*L^{1,168}$) se adequou com maior precisão (Tabela 3).

O modelo linear ($Y=1,704+0,693*CL$) e geométrico ($Y=0,951*CL^{0,931}$) foi melhor para a cultivar 'Galaxy' irrigada quando considerado o produto do comprimento e

largura. No entanto, para 'Galaxy' em sequeiro apenas o modelo geométrico ($Y=0,899*CL^{0,944}$) obteve maior precisão. Quando se trata da cultivar 'Fuji Suprema', os modelos linear ($Y=1,081+0,727*CL$), linear sem intercepto ($Y=0,762*CL$) e geométrico ($Y=0,907*CL^{0,950}$) se adequaram melhor em condições de sequeiro, o mesmo comportamento é observado para a área irrigada, com exceção do modelo linear sem intercepto (Tabela 3). Avaliando-se os resultados obtidos, verificou-se que a estimativa da área foliar adotando o produto das dimensões comprimento e largura da folha como variável independente proporcionou as equações com maior ajuste aos dados quando comparado a estimativa com base em uma única dimensão da folha

(Tabela 3). Segundo Dell' Orto Morgado et al, 2013 o produto do comprimento pela largura da folha é um parâmetro adequado para utilização como variável independente, na estimação da área foliar de maracujá, por meio de modelos de regressão.

Os modelos linear e geométrico com maior significância foram obtidos com dados de folhas de macieiras 'Fuji Suprema' sob sequeiro, gerados pelo produto comprimento (C) x largura (L) (Tabela 3). A folha é um órgão altamente plástico, apresentando variações nas suas proporções em resposta ao ambiente em que se encontra (BOEGER et al. 2009), com isso a utilização do produto comprimento e largura mostram, desta forma, ser uma boa opção para a avaliação da área foliar através de equações matemáticas, provavelmente por conter um maior número de informações das dimensões foliares, considerando inclusive efeito da variação métrica de ambas variáveis (MORAES et al, 2013).

O modelo linear $[Y=1,081+0,727*CL]$ apresentou R^2 e QMR semelhantes aos do modelo geométrico $[Y=0,907*CL^{0,950}]$, indicando que a área foliar da macieira pode ser estimada tanto com modelos mais simples quanto com modelos mais complexos

(Tabela 3). Marchi; Pitelli (2003), trabalhando com as espécies *Eichhornia crassipes*, observaram que equações lineares apresentaram coeficientes de determinação superiores em relação às equações geométricas e exponenciais, quando utilizado o produto das dimensões lineares da folha para estimar a área foliar desta espécie.

Os menores valores dos quadrados médios do resíduo foram observados para as regressões lineares entre a área foliar real e o produto do comprimento pela largura da folha, indicando ser as equações que permitem obter estimativas mais acuradas da área foliar do mentrasto (Tabela 3).

Ainda na tabela 3, nota-se que o uso de equações lineares com intercepto nulo para estimar a área foliar através do comprimento (C) foliar apresentou coeficientes de determinação inferiores a 0,69 em todas as cultivares avaliadas.

Segundo Boeger et al. (2006) a luz não é o único fator ambiental capaz de influenciar características foliares sendo que a temperatura, características do solo e disponibilidade hídrica podem exercer influência sobre a área foliar. Isto pode justificar o fato de que para ambas as cultivares em condições de sequeiro mostrou melhores ajustes nas estimativas de área foliar, tendo em vista que a irrigação altera significativamente a conformação da folha.

Tabela 3: Equações estimadas para obtenção da área foliar em macieiras ‘Galaxy’ e ‘Fuji Suprema’ sob irrigação e sequeiro a partir das dimensões comprimento e largura das folhas e respectivos coeficientes de determinação e quadrados médios do resíduo, utilizando os modelos linear, linear sem intercepto, geométrico e exponencial. Monte Alegre dos Campos, RS, 2016.

Cultivar	Comprimento da folha (C) Comprimento x Largura			Largura da folha (L)		
	R ²	QMR	Equação estimada ⁽¹⁾	R ²	QMR	Equação estimada ⁽¹⁾
Modelo linear						
Galaxy irrigada	0,74	19,438	Y=-16,906+5,051*C	0,81	14,301	Y= -10,538+9,055*L
Galaxy Sequeiro	0,79	10,074	Y=-15,401+4,905*C	0,85	7,256	Y=-9,716+8,515*L
Fuji Suprema Sequeiro	0,82	11,783	Y=-13,748+5,315*C	0,92	5,156	Y=-8,902+7,417*L
Fuji Suprema Irrigada	0,51	24,972	Y=-6,169+3,864*C	0,62	18,976	Y=-2,868+5,801*L
Modelo linear sem intercepto						
Galaxy Irrigada	0,62	27,774	Y=3,091*C	0,74	19,123	Y=6,516*L
Galaxy Sequeiro	0,67	15,617	Y=3,030*C	0,78	10,454	Y=6,141*L
Fuji Suprema Sequeiro	0,69	19,906	Y=3,268*C	0,84	10,255	Y=5,301*L

Fuji Suprema Irrigada	0,48	26,337	$Y=2,948^*C$	0,61	19,396	$Y=5,083^*L$
Modelo Exponencial						
Galaxy Irrigada	0,75	18,829	$Y=4,229_{0,210}^*C$	0,79	15,230	$Y=6,274_{0,343}^*L$
Galaxy Sequeiro	0,80	9,695	$Y=4,022_{0,218}^*C$	0,82	8,641	$Y=6,318_{0,330}^*L$
Fuji Suprema Sequeiro	0,83	11,041	$Y=3,148_{0,281}^*C$	0,89	7,046	$Y=4,764_{0,353}^*L$
Fuji Suprema Irrigada	0,53	23,705	$Y=4,240_{0,224}^*C$	0,61	19,770	$Y=5,986_{0,296}^*L$
Modelo geométrico						
Galaxy Irrigada	0,75	18,355	$Y=0,537^*C^{1,804}$	0,81	13,927	$Y=3,32^*L^{1,462}$
Galaxy Sequeiro	0,80	9,494	$Y=0,582^*C^{1,777}$	0,85	7,265	$Y=3,350^*L^{1,424}$
Fuji Suprema Sequeiro	0,85	9,876	$Y=0,564^*C^{1,910}$	0,92	5,008	$Y=2,554^*L^{1,495}$
Fuji Suprema Irrigada	0,52	24,258	$Y=1,178^*C^{1,475}$	0,63	18,950	$Y=4,009^*L^{1,168}$

R

² - coeficiente de determinação;

QMR - quadrado médio do resíduo;

CL – produto das dimensões comprimento e largura da folha; ⁽¹⁾

- equações estimadas significativas pelo teste F ($p \leq 0,01$).

CONCLUSÃO

1. O produto das dimensões comprimento (C) e largura (L) da folha é um parâmetro adequado para utilização como variável independente, na estimação da área foliar de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' em condições de sequeiro e irrigada, por meio de modelos de regressão.
2. A área foliar de macieiras 'Galaly' e 'Fuji Suprema' pode ser estimada com precisão satisfatória através do uso de uma das dimensões lineares da folha, preferencialmente a largura, quando utilizado equações lineares e geométricas.
3. Modelos linear e geométrico que consideram a largura (L) e o produto das dimensões comprimento (C) e largura (L) das folhas estimam com maior precisão a área foliar de macieiras sob as condições avaliadas.

REFERÊNCIAS

- DE AQUINO, L. A., DOS SANTOS JÚNIOR, V. C., SANTOS GUERRA, J. V., & MOREIRA COSTA, M. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 832-836, 2011.
- BALAN, V. Apple trees plantation structure. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluji- Napoca**, v. 33, p. 65, 2005
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PITELLI, A. M. C. M. Estimativa da área foliar de *Typha latifolia* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.257-261, 2003.
- BIANCO, S.; BIANCO, M. S., PAVANI, M. C. M. D.; DUARTE, D. J. 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.
- BOEGER, M.R.T.; BIUZ, C.; GOLDENBERG, R. Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (*Melastomataceae*) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n.03, p. 657-665, 2009.

- BOEGER, M.R.T.; KAEHLER, M.; MELO JÚNIOR, J.C.F; GOMES, M.Z.; OLIVEIRA, L.S.; CHAVES, M.C.R.; SCHOTTZ, E.S. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, **Hoehnea**, v. 33, n.4, p. 521-531, 2006.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M.V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. **Scientia Agricola**, v. 62, p.305309, 2005.
- BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H., CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A. D.; CASAMALI, B. Seleção de modelos de regressão para estimar a área foliar de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 504-514, 2012.
- DELL'ORTO MORGADO, M. A., HORST BRUCKNER, C., SILVA ROSADO, L. D., ASSUNÇÃO, W.; MAGALHÃES DOS SANTOS, C. E. Estimação da área foliar por método não destrutivo, utilizando medidas lineares das folhas de espécies de Passiflora. **Revista Ceres**, v. 60, n.5, p. 662-667, 2013.
- FAVARIN, J.L.; DOURADO NETO, D.; GARCÍA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.769-773, 2002.
- MARCHI, S.R.; PITELLI, R.A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: *Eichhornia crassipes*. **Planta Daninha**, v. 21, p. 109-112, 2003.
- MORAES, L.; SANTOS, R. K.; WISSER, T. Z.; KRUPEK, R. A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 4, p. 381387, 2013.
- SACHET, M. R.; PENSO, G. A.; PERTILLE, R. H.; GUERREZI, M. T.; CITADIN, I. Estimativa da área foliar de pessegueiro por método não destrutivo. **Ciência Rural**, v. 45 n.12, p.2161-2163, 2015.
- SOFIATTI, SILVA, L. V. B. D.; SANTOS, J. W.; SILVA, O. R. R. F.; SILVA, F. M. O.; LIMA NETO, G. R. Um método simples para determinar a área foliar do sisal híbrido 11648. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.13, n.1, p.1-7, 2009.
- SOUZA, A. P., SILVA, A. C., LEONEL, S., SOUZA, M. E., TANAKA, A. A. Estimativas da área da folha de figueiras 'Roxo de Valinhos' usando dimensões lineares do limbo foliar. **Ciência Rural**, v.44 n. 7, 2014.