

## COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

**ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DA VIDEIRA  
'NIAGARA ROSADA' CONDUZIDA EM SISTEMA  
DE LATADA, REGIÃO NORTE FLUMINENSE<sup>1</sup>**

MIQUÉIAS PERMANHANI<sup>2</sup>, MARCO ANTONIO DA SILVA VASCONCELLOS<sup>3</sup>,  
REGINALDO TEODORO DE SOUZA<sup>4</sup>, LUIZ AURÉLIO PERES MARTELLETO<sup>3</sup>.

**RESUMO** – Com o objetivo de estabelecer um modelo matemático para estimar de forma precisa a área foliar da videira ‘Niagara Rosada’ na região de Cardoso Moreira-RJ, realizou-se este trabalho em vinhedo particular do sítio pioneiro, implantado no ano de 2002, em sistema de latada. Foram coletadas aleatoriamente, no ciclo de produção iniciado em 2011, 70 folhas de diversos tamanhos, completamente expandidas e sem danos aparentes para determinar a relação entre a área foliar (AF) e a área do círculo (AC), considerando seu diâmetro igual à largura da folha. Por meio da análise de regressão, obteve-se a equação linear ( $AFes = 0,82 * AC + 16,12$ ) que, juntamente com mais outras duas, foram utilizadas para comparar a área foliar estimada com a área foliar medida em 30 folhas do ciclo de produção posterior (Março de 2012). Constatou-se que as equações apresentadas permitem estimar de forma precisa a área foliar da videira ‘Niagara Rosada/ IAC 572’ conduzida em sistema de latada, na região de Cardoso Moreira-RJ, com apenas uma dimensão foliar: a largura da folha, sendo que o modelo de regressão obtido ( $AFes = 0,82 * AC + 16,12$ ) foi o que menos subestimou a área da folha comparada (coeficiente angular = 0,99), seguido pelo modelo indicado por Pedro Jr. et al. (1986).

**Termos para indexação:** *Vitis labrusca*, Modelos matemáticos, Sistema de condução, Limbo foliar.

**LEAF AREA ESTIMATION OF GRAPEVINE ‘NIAGARA ROSADA’  
CONDUCTED IN TRELLIS SYSTEM, IN NORTH FLUMINENSE**

**ABSTRACT** – Aiming to establish a mathematical model to estimate accurately the leaf area of Niagara Rosada in the region of Cardoso Moreira-RJ, this study was held in a particular vineyard Pioneiro Ranch, installed in 2002, in trellis system. It was collected randomly in the production cycle started in 2011, 70 leaves of various sizes, and completely expanded without apparent harm to determine the relationship between the leaf area (LA) and the area of the circle (CA), considering their diameter equal to the width of the leaf. By means of regression analysis, we obtained the linear equation ( $LAes = 0.82 * CA + 16.12$ ) which together with two more were used to compare the leaf area estimated by measuring the leaf area of 30 leaves from the last cycle production (March 2012). It was found that the equations presented to estimate accurately the leaf area of ‘Niagara Rosada / IAC 572’ conducted in trellis system, in the region of Cardoso Moreira-RJ, with only one leaf dimension: the average width of the leaf, and the regression model obtained ( $LAes = 0.82 * CA + 16.12$ ) was the least underestimated leaf area compared (regression coefficient = 0.99), followed by the model indicated by Pedro Jr. et al. (1986).

**Index terms:** *Vitis labrusca*, Mathematical models, Conduction system, Leaf surface.

<sup>1</sup>(Trabalho 314-13). Recebido em: 26-08-2013. Aceito para publicação em: 28-07-2014. Trabalho parte da dissertação de mestrado em Fitotecnia pela UFRuralRJ, com apoio financeiro do CNPq

<sup>2</sup>Eng. Agr., M.Sc., doutorando no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Câmpus Seropédica-RJ, Rodovia BR 465, km 07, CEP 23890000. E-mail: permanhaniagro@gmail.com.br

<sup>3</sup>D.Sc., Professor do Departamento de Fitotecnia, UFRuralRJ, E-mails: marco.vasconcellos@gmail.com; luizmarte@hotmail.com

<sup>4</sup>D.Sc., Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Jales-SP, CEP 15700-971. E-mail: recco@cnpuv.embrapa.br

A videira (*Vitis* sp) é uma dentre as espécies frutíferas mais importantes economicamente em todo o mundo, presente em mais de 90 países, entre os quais Brasil se destaca em décimo segundo lugar na produção, de acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization), totalizando 1.412.854 toneladas na safra de 2013, em uma área colhida de 79.383 hectares (IBGE, 2014). Contudo, nos últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de pomares vitícolas em locais dispersos, de clima tipicamente tropical, como no Estado de Goiás, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

O cultivo comercial de videiras no norte do Estado do Rio de Janeiro teve início em 1999, na região de Cardoso Moreira, e, atualmente, vem expandindo-se para outros municípios como: Bom Jesus do Itabapoana, São Fidélis e Santo Antônio de Pádua, contribuindo para o desenvolvimento dessas regiões. Sendo que nas áreas implantadas há o predomínio da cultivar Niagara Rosada (*Vitis labrusca*), que apresenta menor custo de produção em relação ao cultivo de uvas finas de mesa, rusticidade frente às principais doenças e, ainda, excelente aceitação pelo mercado consumidor local, conforme destacam Tecchio et al. (2009).

Desse modo, com o intuito de alcançar maior sustentabilidade e viabilidade no cultivo da videira na região fluminense, há necessidade de maiores estudos, sobretudo em sistemas de condução, e maximização da capacidade produtiva, que é influenciada pela eficiência de conversão da energia luminosa captada e, principalmente, pela área foliar disponível, dentre outros fatores.

A determinação da área foliar das plantas é uma medida importante para diversos trabalhos envolvendo análise de crescimento, eficiência fotossintética, transpiração, quantificação de injúrias causadas por pragas ou doenças, e, particularmente, no caso da viticultura, para avaliar as potencialidades dos sistemas de condução (BLOM; TARARA, 2007; BORGHEZAM et al., 2010; LOPES et al., 2004).

Entretanto, a área foliar pode ser determinada por diversas formas, sendo que o emprego de equipamentos precisos, como integradores foliares (“area meter”), torna-se limitado pelo custo de aquisição, além da difícil manutenção e leituras destrutivas, assim como outros métodos que incluem o uso de “scanners”, câmeras fotográficas e planímetros, não sendo adequados para o acompanhamento do crescimento das plantas. Dessa forma, o uso de modelos envolvendo medidas lineares tem sido adotado com frequência, pela praticidade, confiabilidade e certa agilidade nas leituras (GODOY et al., 2007; LU et al., 2004;

BORGHEZAM et al., 2010).

Na literatura, são reportados alguns modelos matemáticos para estimar a área foliar por meio de medidas lineares da folha em diversas espécies de plantas, como mamoeiro (CAMPOSTRINI; YAMANISHI, 2001), maniçoba (PINTO et al., 2007), *Ageratum conyzoides* (BIANCO et al., 2008), girassol (MALDANER et al., 2009), batateira (JADOSKI et al., 2012), nabo-forageiro (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012) e videira (PEDRO JR. et al., 1986; WILLIAMS; MARTINSON, 2003; LOPES et al., 2004; BLOM; TARARA, 2007; BORGHEZAM et al., 2010), dentre outras. Contudo, segundo Malagi et al. (2010), no caso da videira, torna-se necessário ajustar as equações de regressão para cada cultivar e sistema de condução, a fim de reduzir os erros na quantificação da área foliar.

O sistema de condução adotado pode afetar significativamente o crescimento vegetativo da videira, em virtude de suas características como: altura e largura do dossel vegetativo, divisão do dossel em cortinas, espaçamento entre fileiras e entre plantas, carga de gemas por hectare, e posicionamento das gemas e dos frutos (NORBERTO, 2006).

Neste contexto, o trabalho teve por objetivo estabelecer um modelo matemático para estimar, de forma não destrutiva, a área foliar da videira ‘Niagara Rosada’, conduzida em sistema de latada, na região norte do Estado do Rio de Janeiro, por meio da largura foliar.

O experimento foi realizado em uma área de produção comercial pertencente ao Sítio Pioneiro, situado no município de Cardoso Moreira-RJ (coordenadas geográficas: 21°29’18’’S e 41°36’56’’W, 22 m de altitude). Essa área foi implantada no ano de 2002, com plantas da cultivar Niagara Rosada, enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 572 (*Vitis tiliaefolia* x Riparia 101-14), no espaçamento de 2,70 x 1,50 m, e conduzidas pelo sistema de latada. O vinhedo foi irrigado por microaspersão invertida, e o sistema de poda adotado foi o de dupla poda anual, intercalando-se a curta (de formação das varas) com a longa (de produção).

As videiras foram podadas em agosto de 2011, deixando-se todas as varas com oito gemas e logo após realizou-se a aplicação de cianamida hidrogenada (solução de Dormex® a 3,5%) para promover uma brotação uniforme. Com os sarmentos desenvolvidos, no início do florescimento (setembro de 2011), 70 folhas de diversos tamanhos (N), completamente expandidas e sem danos aparentes, foram coletadas aleatoriamente em uma área de 250 plantas. Em seguida, procedeu-se à medição da largura do limbo de cada folha (Figura 1),

com uma trena graduada em centímetros (cm). Por fim, computou-se a Área Foliar Real (AFR) correspondente, em cm<sup>2</sup>, através da avaliação com integrador de área foliar LI-COR (modelo 3100).

Em razão da similaridade geométrica da folha da videira 'Niagara Rosada' com a figura de um círculo, os valores de largura foliar (LF) foram transformados em Área do Círculo (AC), utilizando-se da equação  $AC = 3,1416 * (LF/2)^2$ , conforme Pedro Jr. et al. (1986).

De posse dos valores de Área Foliar Real (AFR) e Área do Círculo (AC), procedeu-se aos estudos de correlação entre os mesmos. O aferimento do modelo matemático potencial foi realizado por meio da análise de regressão entre a área do círculo e a área foliar medida, no delineamento inteiramente casualizado. E, ainda, foram coletadas 30 folhas (N = 30) no ciclo posterior (março de 2012), da mesma forma que aquelas utilizadas na obtenção do modelo, a fim de realizar a comparação com as equações sugeridas, obtendo-se as somas de quadrados das diferenças entre os valores observados e os estimados, denominado de soma de quadrado do resíduo. As medidas da área foliar avaliada e da área foliar estimada também foram comparadas pelo teste *t* de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 2, estão plotados os valores de largura da folha e os de área foliar correspondente, onde se observa que o melhor ajuste dos dados foi obtido com a utilização da curva potencial, resultando em um coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,96. Este valor acompanha o verificado por Williams e Martinson (2003), trabalhando com a cv. Niagara em sistema de cordão bilateral, no estado de New York - USA, no qual houve forte relação entre a área foliar e as medidas de largura da folha, mais bem explicada pelo modelo potencial, sendo o R<sup>2</sup> igual a 0,98 e erro-padrão da estimativa de 10,58.

Ao correlacionar-se a área foliar medida com a área do círculo obtida pela transformação da largura da folha, a análise da regressão demonstrou que existe relação linear altamente significativa (P < 0,01) entre estes. A equação resultante pode ser visualizada na Figura 3, sendo o erro-padrão da estimativa para a região de Cardoso Moreira-RJ, igual a 22,8 cm<sup>2</sup>. Pedro Jr. et al. (1986) também correlacionaram as mesmas variáveis para a videira 'Niagara Rosada' em Jundiá-SP, e obtiveram resultados semelhantes; no entanto, o erro-padrão da estimativa foi de 12,2 cm<sup>2</sup>.

Na Tabela 1, são apresentados os dados da comparação entre a área foliar medida no ciclo posterior (2012) e a área foliar estimada por meio das equações matemáticas propostas. Verifica-se que todas as equações apresentadas permitem estimar a

área foliar de forma satisfatória, utilizando a área do círculo, visto que os coeficientes de determinação foram iguais a 0,97, ou seja, 97% das variações observadas na área foliar podem ser explicadas pelas equações relacionadas.

Borghezán et al. (2010) encontraram para a variedade Cabernet Sauvignon, conduzida em sistema de espaldeira, um modelo de estimativa da área foliar com boa precisão (R<sup>2</sup> = 0,94), sendo a equação potencial  $Y = 1,1265X^{2,0445}$ , em que "Y" representa a área foliar a ser estimada e "X" o comprimento da nervura central. Os autores reportam ainda que a utilização de apenas uma medida para estimar a área foliar permite maior rapidez e facilidade nas avaliações, embora adotando-se o somatório do comprimento das nervuras laterais, a precisão da equação tenha sido maior.

Segundo Bianco et al. (2008), geralmente a melhor equação é aquela que apresenta a menor soma de quadrados do resíduo. Neste caso, o modelo de regressão linear obtido e o modelo sugerido apresentaram menores valores da soma de quadrados do resíduo, se comparados com o modelo indicado por Pedro Jr. et al. (1986), também para 'Niagara Rosada'. Logo, as equações aqui estabelecidas permitem estimar de maneira significativa a área foliar da videira 'Niagara Rosada/IAC 572'. Para tanto, basta aferir a largura das folhas (LF), em amostragem no campo, e proceder à aplicação do modelo citado. Dessa forma, é destacável a redução do tempo na avaliação deste caráter fisiológico.

Ainda na Tabela 1, verifica-se que não há diferença significativa entre a média obtida para os valores de área foliar medida e área foliar estimada pelos modelos matemáticos. Isso ocorre em razão de o valor *p* ser maior que 0,05. Resultados semelhantes foram reportados por Borghezán et al. (2010), em São Joaquim-SC, comparando as médias de área foliar da videira Cabernet Sauvignon mensuradas e as médias estimadas pelas equações propostas, sendo uma delas estabelecida por Carbonneau (1976) na França. Esta constatação permite inferir que há possibilidade de utilização de modelos matemáticos desenvolvidos para uma mesma variedade em outras regiões.

Apresenta-se, na Figura 4, a comparação entre os valores medidos da área foliar e estimados por meio dos modelos matemáticos. Todos os modelos apresentaram coeficiente angular próximo de um (01), demonstrando que os valores estimados corresponderam aos reais mensurados pelo integrador de área foliar LI-COR (modelo 3100). Pode-se observar que o modelo obtido pela regressão linear (a) foi o que menos subestimou a área da folha comparada (coeficiente angular = 0,99), seguido

pelo modelo indicado por Pedro Jr. et al. (1986), com o coeficiente angular igual a 1,024 (b); logo, as estimativas de área foliar da videira 'Niagara Rosada' com a utilização da AC corrigida pelo fator 0,85 também são significativamente confiáveis.

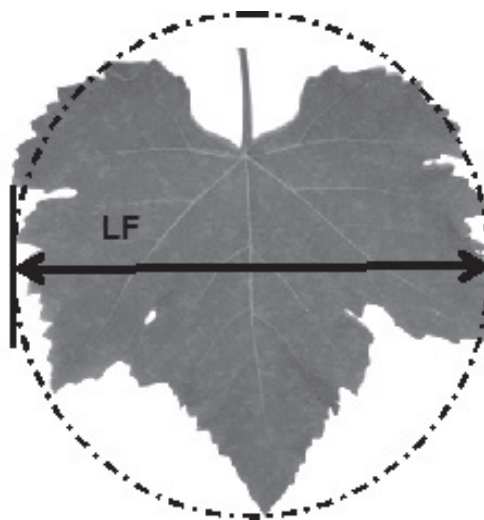
Sendo assim, conclui-se que a estimativa de área foliar da videira 'Niagara Rosada', conduzida

em sistema de latada, na região norte do Estado do Rio de Janeiro, pode ser efetuada pelo método não destrutivo de forma precisa e rápida, por meio das equações relacionadas neste trabalho, com a utilização de apenas uma medida foliar: a largura da folha (LF), obtendo-se uma proximidade satisfatória da AFR com o modelo de regressão  $AFes = 0,82AC + 16,12$ .

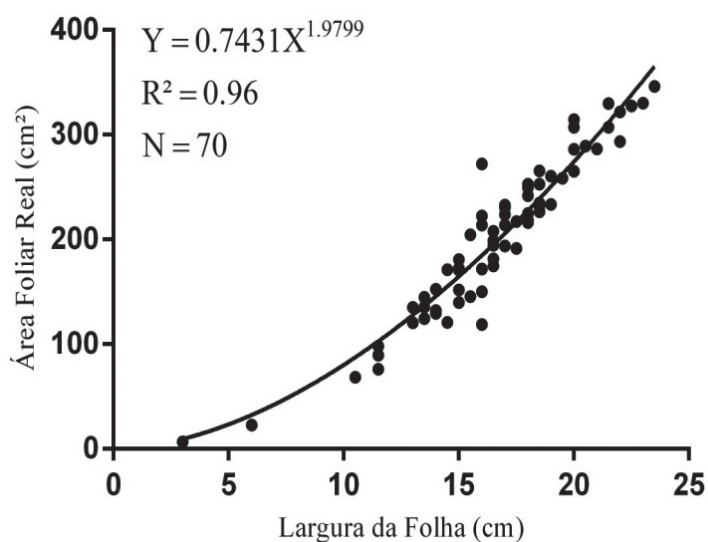
**TABELA 1-** Equações para estimativa de área foliar da videira 'Niagara Rosada', coeficientes de determinação, somas de quadrado (S.Q.) de resíduos, média estimada e valor p, em relação à área foliar medida. Cardoso Moreira-RJ.

	Coef. de Determinação (R <sup>2</sup> )	S.Q. Resíduo	Média	Valor p <sup>1</sup>
Área Foliar Medida	-	-	177,42	-
$AFes = 0,82*AC + 16,12$ (modelo regressão)	0,97	4934,04	180,38	0,89
$AFes = 0,85*AC$ (modelo PEDRO JR.)	0,97	7072,99	169,23	0,70
$AFes = 0,9*AC$ (modelo sugerido)	0,97	7011,50	179,19	0,94

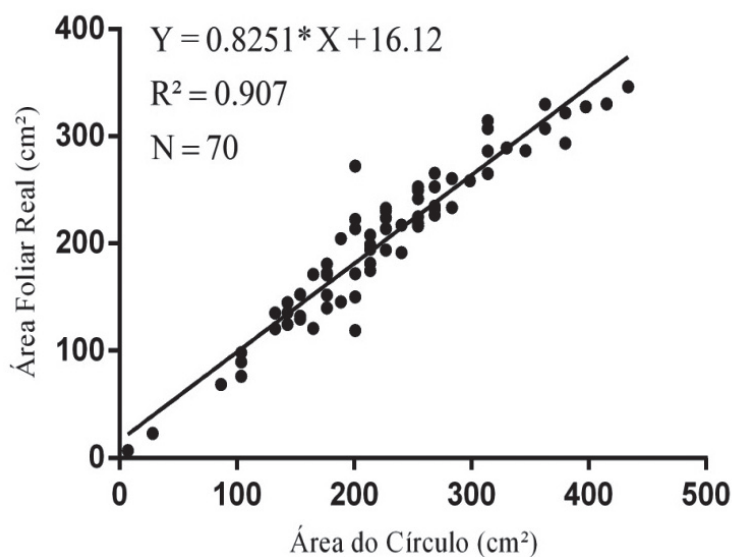
<sup>1</sup>Valor de p menor que 0,05 representa diferença pelo teste t de Student, entre a área foliar medida e a área foliar estimada (AFes) pela regressão com a área do círculo (AC).



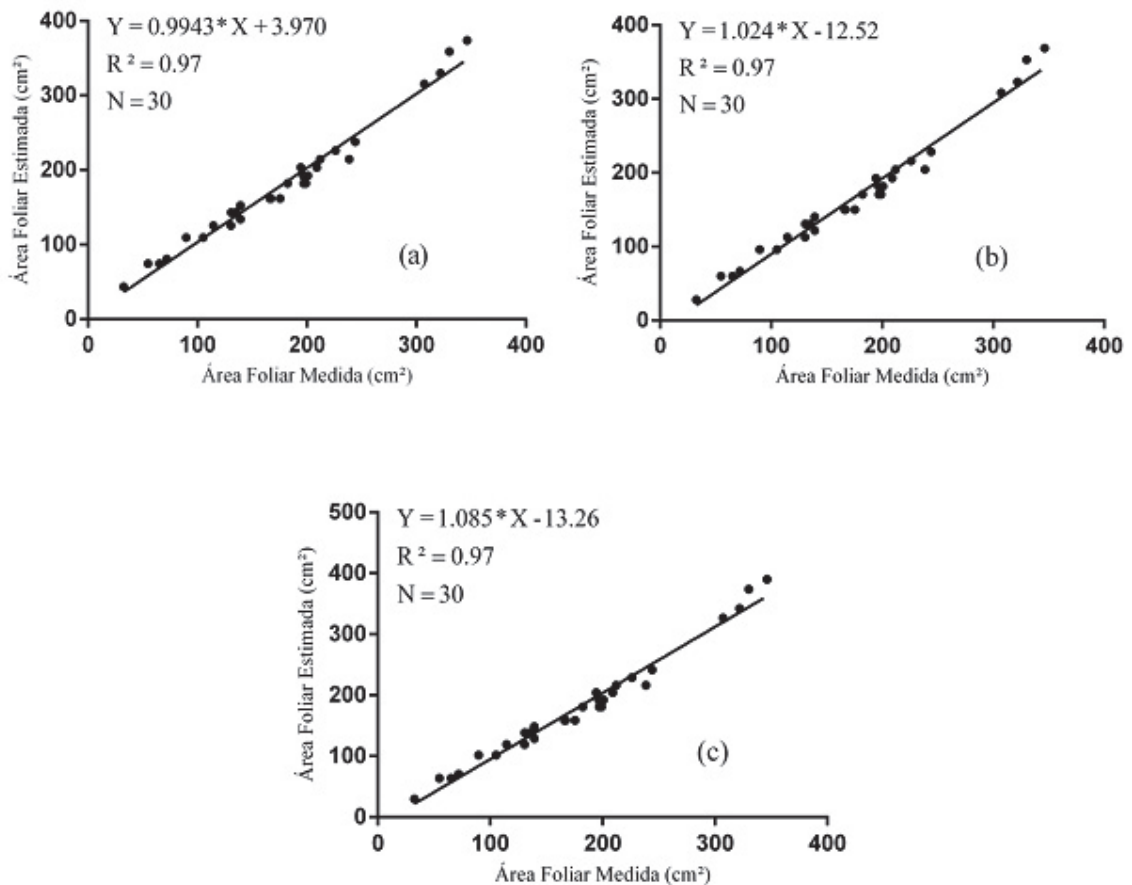
**FIGURA 1-** Folha da videira 'Niagara Rosada', com detalhe, indicando a dimensão linear mensurada (largura foliar), destacando a similaridade entre um círculo imaginário e a folha. Cardoso Moreira-RJ.



**FIGURA 2-** Representação gráfica da relação entre a área foliar e a largura da folha em videira 'Niagara Rosada'. Cardoso Moreira-RJ.



**FIGURA 3-** Representação gráfica da área foliar medida e equação de regressão obtida para estimativa de área foliar da cv. 'Niagara Rosada', em função da área do círculo. Cardoso Moreira-RJ.



**FIGURA 4-** Comparação entre os valores de área foliar estimada pelos modelos matemáticos e de área foliar medida em videira ‘Niagara Rosada’. a) modelo obtido da regressão linear; b) modelo de Pedro Jr. et al. (1986) e c) modelo sugerido.

## REFERÊNCIAS

- BIANCO, S.; BIANCO, M. S.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Ageratum conyzoides* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 519-523, 2008.
- BLOM, P. E.; TARARA, J. M. Rapid and Nondestructive Estimation of Leaf Area on Field-Grown Concord (*Vitis labruscana*) Grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.58, n.3, p.393-397, 2007.
- BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira a campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Runa, v.25, n.1, p.1-7, 2010.
- CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K. Estimation of papaya leaf area using the central vein length. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.39-42, 2001.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; FICK, A. L.; CASAROTTO, G. Estimativa da área foliar de nabo forrageiro em função de dimensões foliares. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p.47-51, 2012.
- GODOY, L. J. G. de; YANAGIWARA, R. S.; BÔAS, R. L. V.; BACKES, C.; LIMA, C. P. de. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja ‘Pera’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 420-424, 2007.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v.27 n.21, p.1-85, 2014
- JADOSKI, S. O.; LOPES, É. C.; MAGGI, M. F.; SUCHORONCZEK, A.; SAITO, L. R.; DENEGA, S. Método de determinação da área foliar da cultivar de batata Ágata a partir de dimensões lineares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.6, supl.1, p.2545-2554, 2012.
- LOPES, C. M.; ANDRADE, I.; PEDROSO, V.; MARTINS, S. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.19, n.2, p.61-75, 2004.
- LU, H. Y.; LU, C. T.; WEI, M. L.; CHAN, F. L. Comparison of different models for nondestructive leaf area estimation in taro. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.2, p.448-453, 2004.
- MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOT, S.; REIS, L. Método não destrutivo para determinação da área foliar da videira, cultivar BRS-Violeta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1250-1254, 2010.
- MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.
- NORBERTO, P. M. **Sistemas de condução em videira: análises econômicas e ecofisiológicas**. 2006. 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- PEDRO JÚNIOR, M. J.; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS, F. P. Determinação da área foliar em videira cultivar Niagara Rosada. **Bragantia**, Campinas, v.45, n.1, p. 199-204, 1986.
- PINTO, M. S. C.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; ARRUDA, F. P.; ANDRADE, M. V. M. Modelo para estimativa da área foliar da maniçoba. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.391-395, 2007.
- TECCHIO, M. A.; TERRA, M. M.; CIA, P.; PIRES, E. J. P.; MOURA, M. F.; SANCHES, J.; BENATO, E. A.; HERNANDES, J. L.; VALENTINI, S. R. T.; SIGRIST, J. M. M. Efeito do ácido naftalenoacético e do cloreto de cálcio na redução das perdas pós-colheita em uva 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.53-61, 2009.
- WILLIAMS, L.; MARTINSON, T. E. Nondestructive leaf area estimation of 'Niagara' and 'DeChaunac' grapevines. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.98, n.4, p.493-498, 2003.