

## **Fotografia digital nas faixas do visível e do infravermelho próximo para estimação de índice de área foliar em videira “Niagara Rosada”**

Glauco de Souza Rolim<sup>1</sup>, José Luiz Hernandez<sup>2</sup>, Mário José Pedro Júnior<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agronômicas e Veterinárias, UNESP/FCAV- Jaboticabal-SP, Fone: (0xx16) 3209-2624, rolim@fcav.unesp.br .

<sup>2</sup> Biólogo, Pesq. Científico, Centro APTA de Fruticultura Temperada, Jundiaí- SP.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Pesq. Científico, Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Campinas- SP.

**Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.**

**Resumo:** Avaliou-se a possibilidade de determinação de índice de área foliar (IAF) com a utilização de câmera digital comercial comum (CDCC) (Sony H2, 6 Megapixel) por fotografias digitais na faixa do visível (VIS) e do infravermelho próximo (IVP) por meio de filtro fotográfico Hoya RM-72, que barra a radiação eletromagnética na faixa do visível até 720 nm, em vinhedos de “Niagara Rosada” conduzida em espaldeira e em manjedoura. Utilizou-se o software livre ImageJ para pós-processamento das fotografias. Primeiramente avaliou-se a capacidade de estimativa de IAF de forma destrutiva em comparação ao medidor de área foliar LICOR 3100C e o efeito da distância nas estimativas. Fotografias de perfil do dossel (amostras não destrutivas) nas faixas do VIS e IVP foram comparadas com amostras destrutivas. Observou-se que a utilização de fotografias de amostras destrutivas tem o mesmo resultado do equipamento LICOR-3100C, desde que o valor seja corrigido pela distância. O sistema de fotografias no IVP permitiu um aumento da precisão da estimativa do IAF em comparação a fotografias na faixa do VIS na ordem de até 5%.

**Palavras-chave:** uva, IVP, NIR

### **Introdução**

O índice de área foliar (IAF) é definido como o total de área de um lado das folhas dentro de uma unidade de área de superfície do solo. O IAF é um parâmetro importante para estimativa de produtividade, pois quantifica o poder de troca de massa e energia dos cultivos (Pekin e Macfarlane, 2009), relacionado diretamente à fotossíntese, respiração, evapotranspiração, balanço de água, carbono e nutrientes (Breda, 2003).

Por mais de 50 anos fotografias aéreas na faixa do visível e do infravermelho tem sido utilizadas para monitorar o crescimento dos cultivos. Atualmente máquinas fotográficas digitais usam CCDs (silicon-based charge couple detectors) ou CMOS

(complementary metal-oxide semiconductor) ambos com sensibilidade espectral entre 350 nm até aproximadamente 1100 nm de comprimentos de onda, sendo sensíveis, portanto, na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo (NIR) (Hunt et al., 2010). Devido à facilidade de uso e ao baixo custo das CCD, Lebourgeois et al. (2008) testaram com sucesso um simples método para correção radiométrica de fotografias aéreas permitindo seu uso para medidas radiométricas e estimativas de índices de vegetação como o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Rouse et al., 1973).

Como hipótese deste trabalho acredita-se que a diferenciação ou classificação de alvos em fotografias deve ter bases físicas na reflectância, podendo ser utilizada a alta reflectância do dossel na faixa do infravermelho próximo para estimativa de IAF utilizando o índice de vegetação NDVI, mesmo que a resposta espectral dos CCDs das máquinas digitais não seja linear. Assim, a utilização de NDVI é simplesmente um método de pós-processamento das imagens.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um método indireto e não destrutivo para estimativa rápida de índice de área foliar em videiras utilizando máquinas digitais comuns na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo em fotografias de perfil do dossel vegetativo de videiras “Niagara Rosada” em diferentes sistemas de condução.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado na localidade de Jundiaí, SP (Latitude: 23°12'S, Longitude: 46° 53'W, Altitude: 715 m) em vinhedo de 11 anos de “Niagara Rosada” (*Vitis labrusca* sp.) enxertadas em IAC-766 “Campinas” em 2 diferentes sistemas de condução: espaldeira com cordão esporonado simples e em manjedoura ou “Y”. O vinhedo foi conduzido em duas épocas de verão, com podas em 13/08/2008 e 26/08/2009.

A determinação da área foliar foi feita por fotografia digital com máquina SONY DSC-H2 (6 MP, Mega Pixel), com fotografias no formato JPEG. Foi feito um experimento prévio de calibração com 30 folhas de diferentes tamanhos para avaliar o efeito de diferentes resoluções de fotografias VGA (640x480 pixels) e 6MP, com e sem flash, e da distância, na determinação de área foliar. A melhor configuração foi utilizada posteriormente nas demais fotos.

O processamento das fotos foi feito pelo programa gratuito (Public Domain) ImageJ versão 1.42 (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>) desenvolvido em Java por Wayne Rasband do Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Md, USA. O ImageJ foi originalmente desenvolvido para fins de imageamento médico, mas que pelas poderosas ferramentas de análise possibilita o uso em diferentes áreas de pesquisa, como no caso a determinação de IAF em cultivos agrícolas.

A determinação do IAF para os diferentes sistemas de condução, durante o desenvolvimento do cultivo, foi feita em seis datas com cinco repetições, sendo que cada repetição composta de uma planta. Foram feitos três tipos de imagens:

1) Fotografia na faixa do visível para determinação do IAF real da planta (VISRE): O objetivo foi avaliar a possibilidade do uso de fotografias simples para determinação do IAF real em comparação a um equipamento LICOR 3100C padrão. Para tanto, foram feitas fotos de 30 folhas a partir de amostras destrutivas e posterior utilização do software ImageJ para obtenção do IAF.

2) Fotografia na faixa do visível do perfil do dossel vegetativo da videira (VISCA): Estas fotografias do dossel vegetativo tiveram como objetivo a determinação remota da área foliar sem destruição do dossel.

3) Fotografia na faixa do infravermelho próximo do perfil do dossel vegetativo da videira (NIRCA), com a utilização de filtro fotográfico Hoya RM-72.

As fotos VISCA e NIRCA foram tiradas com tripé fixo para que se conseguisse o mesmo enquadramento possibilitando posterior processamento.

#### Resultados de discussão

A comparação entre os dados de fotografias digitais normais com o equipamento padrão LICOR-3100C de mesa indicou existir alta correlação entre as duas fontes (Figura 1). Este resultado é muito importante, pois se conclui que a partir de uma máquina digital comum é possível estimar a área foliar de forma consistente e confiável, sugerindo ainda que o método possa ser utilizado em outros tipos de cultivos.

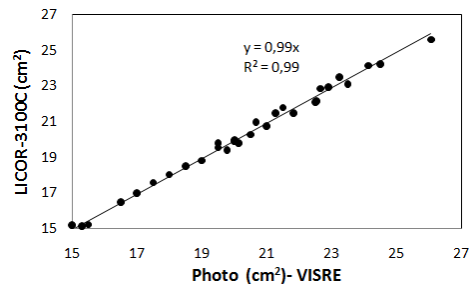


Figura 1. Comparação de área foliar obtida por fotografia digital e por equipamento padrão LICOR-3100C a partir de 30 folhas.

Os valores de IAF estimados por fotografias do perfil do dossel no sistema em espaldeira (E-IPE e E-VIS) foram mais próximos dos valores reais (E-VISRE) do que no sistema em manjedoura. Os valores de Y-IPE e Y-VIS foram 1.32 e 1.44, respectivamente, um pouco mais que a metade do valor de Y-VISRE (Figura 2).

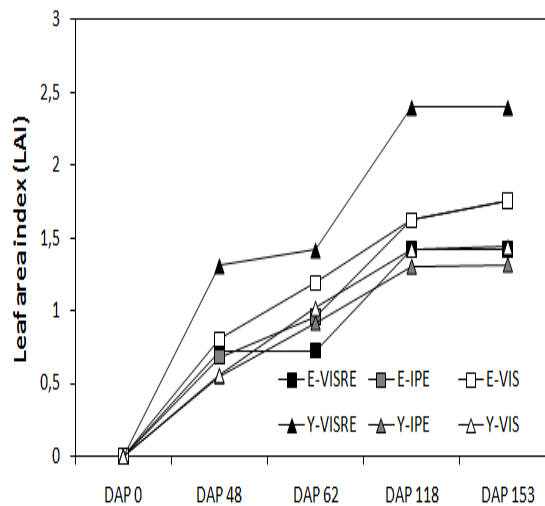


Figura 2. Índice de área foliar estimada nos sistemas de condução em espaldeira (E) e em manjedoura (Y) por fotografias com amostras destrutivas (VISRE), perfil do dossel na faixa do visível (VIS) e tratada com o índice para realce do dossel (IPE).

A aplicação de fotografias na faixa do infravermelho próximo (IPE) propiciou uma melhoria nas estimativas de IAF em todos os tratamentos em comparação as fotografias na faixa do visível (VIS).

## Conclusões

- 1) O sistema proposto para estimativa de área foliar direta por fotografias de amostras destrutivas tem o mesmo resultado do equipamento LICOR-3100C, desde que o valor seja corrigido pela distância.
- 2) O sistema de fotografias no infravermelho próximo permitiu um aumento da precisão da estimativa do índice de área foliar em comparação às fotografias na faixa do visível na ordem de até 5% (MAPE).
- 3) Os valores máximos de IAF encontrados para ‘Niagara Rosada’ no sistema em espaldeira e em manjedoura ‘Y’ foram de 1.6 e 2.4, respectivamente.

#### Referências Bibliográficas

BREDA, N. J. J. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany** 54:2403–2417.

LEBOURGEOIS, F., PIERRAT, J.-C., PEREZ, V., PIEDALLU, C., CECCHINI, S., ULRICH, E. Déterminisme de la phénologie des forêts tempérées françaises: étude sur les peuplements du réseau. RENECOFOR. **Revue Forestière Française** 60 (3), 323–343. 2008.

PEKIN, B.; MACFARLANE, C. Measurement of Crown Cover and Leaf Area Index Using Digital Cover Photography and Its Application to Remote Sensing. **Remote Sens.**, 1:1298-1320. 2009.

ROUSE, J.W. JR., HAAS, R.H., SCHELL, J.A., DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: **Proceedings of the Earth Research Technical Satellite-1 Symposium**. Goddard Space Flight Center, Washington, DC, p. 309-317. 1973.

HUNT, E. R., HIVELEY, W. H., FUJIKAWA, S. J., LINDEN, D. S., DAUGHTRY, C. S. T.; MCCARTY, G.W. Acquisition of NIR-Green-Blue Digital Photographs from Unmanned Aircraft for Crop Monitoring. **Remote Sensing**, 2:290-305. 2010.