

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA CULTURA DA MACIEIRA

MARCIO EDUARDO BOEIRA BUENO¹, LEO RUFATO², LUCIANO GEBLER³

¹ Doutorando Produção Vegetal, UDESC / CAV, 54 3232-9924, marciobueno2003@yahoo.com.br

² Professor, UDESC / CAV, 49 2101-9179, leoruffato@yahoo.com.br

³ Pesquisador, CNPUV, 54 3231-8300, luciano.gebler@embrapa.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO:

No Brasil a fruticultura de precisão ainda está buscando e adequando ferramentas da agricultura de precisão. O sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode ser utilizada para diagnósticos a campo. Suas técnicas podem ser trabalhadas através de sensores passivos orbitais ou sensores ativos proximais e permitem a obtenção de informações de forma rápida e não destrutiva. Os sensores ativos proximais têm sido muito utilizados no manejo de diferentes culturas por superarem limitações que os sensores passivos orbitais apresentam principalmente em termos de agilidade de disponibilização de informações para a tomada de decisão. Estes sensores trabalham com diferentes comprimentos de onda e as informações geradas normalmente são apresentadas na forma de índices vegetativos (IV). Inúmeros IV já foram desenvolvidos com base na resposta espectral de diferentes alvos. Na cultura da macieira não existem estudos avaliando a utilização de sensores ativos proximais. Desta forma o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta espectral da cultura da macieira em alguns estádios fenológicos e comprimentos de onda. Busca-se com isso verificar a possibilidade de utilização de IV já desenvolvidos ou a criação de IV alternativos para o manejo da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: diagnósticos a campo; sensores ativos proximais; índices vegetativos.

REMOTE SENSING TECHNIQUES IN APPLE ORCHARDS

ABSTRACT:

In Brazil horticulture accuracy is still seeking and matching precision farming tools. Remote sensing is a tool that can be used for diagnostics field. His techniques can be worked through orbital passive sensors or proximal active sensors and allow to obtain information quickly and non-destructively. Proximal active sensors have long been used in the management of different cultures by overcoming limitations that orbital passive sensors present mainly in terms of speed of delivery of information to decision-making. These sensors work with different wavelengths and the information generated is typically displayed in the form of vegetative indices (VI). Numerous IV have been developed based on the spectral response of different targets. In apple culture there are no studies evaluating the use of proximal active sensors. Therefore, the objective of the study was to evaluate the spectral response of apple orchards in some growth stages and wavelengths. Search with this check the possibility of using IV already developed or creating IV alternative for crop management.

KEYWORDS: diagnostics field; proximal sensors active; vegetation indices.

INTRODUÇÃO:

Nos últimos anos a cultura da macieira vem caracterizando-se pelo aumento da mecanização dos pomares principalmente pela necessidade de redução de uso da mão de obra que impacta em média 50% nos custos de produção. Desta forma busca-se com o seu uso precisão e eficiência nos manejos, tornando a atividade lucrativa.

No Brasil a fruticultura de precisão ainda está buscando e adequando ferramentas da agricultura de precisão. O emprego de algumas destas ferramentas pode auxiliar na identificação de áreas com potencial para produção de frutos com melhor qualidade, e até mesmo no entendimento dos fatores inerentes à mesma, bem como reduzir o uso de mão de obra uma vez que as ferramentas utilizadas são de fácil adaptação à mecanização.

O sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode ser utilizada para diagnósticos a campo. Suas técnicas podem ser trabalhadas através de sensores passivos orbitais ou sensores ativos proximais e permitem a obtenção de informações de forma rápida e não destrutiva.

Os sensores ativos proximais têm sido muito utilizados no manejo de diferentes culturas por superarem limitações que os sensores passivos orbitais apresentam principalmente em termos de agilidade de disponibilização de informações para a tomada de decisão. Estes sensores trabalham com diferentes comprimentos de onda e as informações geradas normalmente são apresentadas na forma de índices vegetativos (IV).

Os IVs são modelos matemáticos desenvolvidos para avaliar a cobertura vegetal e relacionam a assinatura espectral e os parâmetros mensuráveis no campo tanto quantitativamente quanto qualitativamente (BARBOSA, 2006).

Inúmeros IVs já foram desenvolvidos com base na resposta espectral de diferentes alvos. Na cultura da macieira não existem estudos avaliando a utilização de sensores ativos proximais. Desta forma o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta espectral da cultura da macieira em alguns estádios fenológicos e comprimentos de onda.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido em um pomar de macieira da variedade Maxi Gala na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT), da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria RS, com coordenadas geográficas de 28°30'55,68"S e 50°52'50,59"W, na safra 2014/2015.

Marcou-se neste pomar 6 linhas de aproximadamente 30m, onde estas foram subdivididas em 3 partes iguais de 10m. Cada uma delas foi composta por 10 plantas e recebeu um tratamento. Os tratamentos foram os seguintes: Tratamento 1: carga cheia de frutos; Tratamento 2: carga média de frutos e Tratamento 3: sem frutos. Contou-se o número de frutos por planta para determinar a sua carga cheia, onde retirou-se a metade para formar a carga média e finalmente retirou-se todos os frutos para termos o tratamento sem frutos. As plantas estavam no estágio de maturação (fevereiro/2015).

Para avaliarmos a resposta espectral nos diferentes tratamentos utilizou-se o sensor ativo proximal Crop Circle ACS-470, de fabricação americana da empresa Holland Scientific. O sensor possui 3 canais, onde são inseridos os filtros óticos. Os filtros óticos do sensor eram de dois comprimentos de onda para as bandas verde (450nm e 550nm), vermelho (650nm e 670nm) e infravermelho (730nm e 760nm).

Na composição dos canais (R) foram utilizados os comprimentos de onda 550nm (verde, R3), 670nm (vermelho, R1) e 760 nm (infravermelho, R2), configurados e calibrados através do software V1. 1 específico do sensor.

As leituras foram feitas em cada tratamento, com o sensor na posição vertical, a uma altura de aproximadamente 1,5m do solo, para que o ângulo de leitura cobrisse toda a planta.

Os valores de reflectância foram gravados no datalogger do sensor e posteriormente baixados em planilha digital onde avaliou-se estatisticamente pelo software Assistat versão 7.7 beta 4 índices vegetativos conhecidos. São eles: NDVI - Normalized Difference Vegetation Index (Rouse et al. (1974)), SR – Simple Ratio (Birth e McVey (1968)), GRVI – Green-Red Vegetation Index (Tucker (1979)) e GCI – Green Chlorophyll Index (Gitelson et al., 2003)).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A figura 1 apresenta a resposta da reflectância dos comprimentos de onda do verde (550 nm), vermelho (670 nm) e infravermelho (760nm) no estágio fenológico de maturação da cultura da macieira, nos três tratamentos propostos.

Na figura 1 pode-se observar uma resposta em termos de reflectância menor do comprimento de onda do infravermelho, aumentando esta reflectância no comprimento de onda do vermelho e finalmente apresentando as maiores reflectâncias no comprimento de onda do verde.

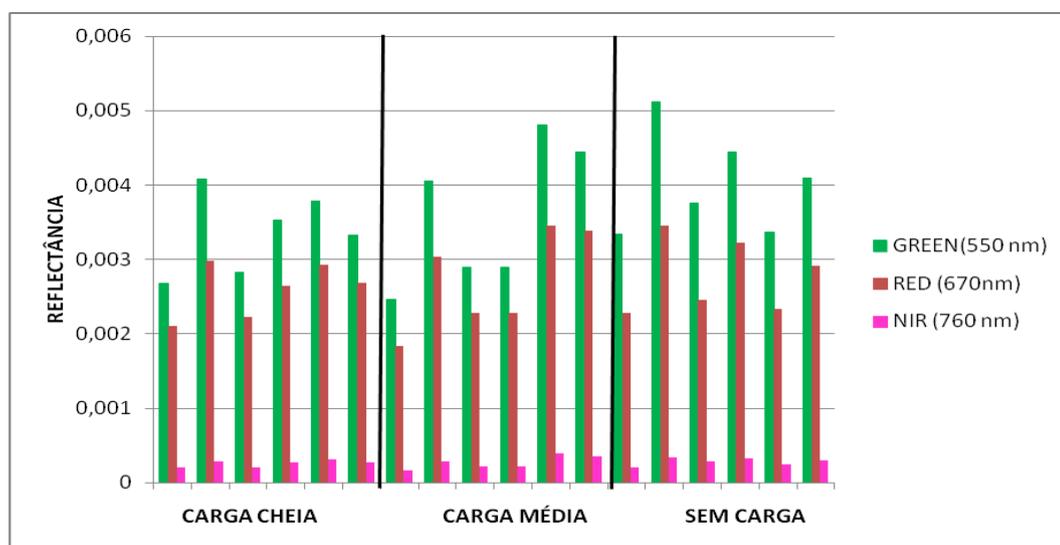


FIGURA 1. Resposta de reflectância dos três comprimentos de onda em relação as 6 repetições de cada tratamento.

O NDVI é um índice estrutural, muito utilizado para o monitoramento agrícola, por apresentar forte correlação linear com o crescimento das culturas. Por outro lado, a razão entre o NIR e o canal vermelho fornece uma alta correlação com o desenvolvimento das plantas e com seus estágios de crescimento (BIRTH; McVEY, 1968).

Foi calculado pela seguinte expressão:

$$NDVI = (R_{NIR} - R_R) / (R_{NIR} + R_R) \quad (1)$$

Conforme tabela 1, o índice vegetativo NDVI não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A reflectância entre folhas e frutos neste estágio fenológico não diferiram, provavelmente pela baixa resposta do infravermelho.

TABELA 1. Síntese dos valores do teste de médias para os índices vegetativos (IV) NDVI - Normalized Difference Vegetation Index, SR - Simple Ratio, GRVI - Green-Red Vegetation Index e GCI - Green Chlorophyll Index.

TRAT./IV	NDVI	SR	GRVI	GCI
1	0,81965 a	0,09913 a	0,12827 b	0,92338 a
2	0,81929 a	0,09939 a	0,13723 b	0,92467 a
3	0,81467 a	0,10217 a	0,18412 a	0,92962 a
C.V. (%)	1,43	7,08	11,87	0,52

C.V.: coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O SR fornece valiosas informações sobre a biomassa da vegetação ou sobre o IAF. Ele é especialmente sensível às variações em biomassa ou em IAF para vegetação de grande biomassa (Huete et al., 2002).

Calculou-se o índice vegetativo SR pela seguinte expressão:

$$SR = R_{NIR}/R_R \quad (2)$$

Conforme tabela 1 não houve diferença significativa entre os tratamentos. Provavelmente pela baixa resposta do comprimento de onda do infravermelho.

O índice vegetativo GRVI, mostra pequenas mudanças na condição da vegetação durante o crescimento da cultura (Motohka *et al.*, 2010). É calculado pela seguinte expressão:

$$GRVI = (R_{GREEN} - R_{RED}) / (R_{GREEN} + R_{RED}) \quad (3)$$

Conforme tabela 1 os tratamentos 1 e 2 não diferiram significativamente entre si, porém houve uma diferença significativa em relação ao tratamento 3. A resposta nos comprimentos de onda vermelho e verde foram maiores em relação ao infravermelho, resposta esta dentro da região do visível por folhas e frutos.

O índice CGI que foi proposto para caracterizar o teor de clorofila total. É calculado pela expressão:

$$GCI = (R_{NIR}/R_{GREEN}) - 1 \quad (4)$$

Segundo a tabela 1 não houve diferença significativa entre os tratamentos. Provavelmente pela baixa resposta do comprimento de onda do infravermelho.

CONCLUSÕES:

1. Entre os comprimentos de onda avaliados durante o estágio de maturação da cultura da macieira nos três tratamentos propostos o infravermelho foi o que apresentou a menor resposta em reflectância.
2. Entre os índices vegetativos avaliados a partir da resposta dos comprimentos de onda estudados o Green Red Vegetation Index (GRVI) apresentou diferença significativa quanto à presença e ausência de frutos.
3. Existe a necessidade de mais avaliações em outros estágios fenológicos, novos comprimentos de onda e testar e ou criar índices vegetativos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, K. M. do N. **Monitoramento espacial de biomassa e carbono orgânico da vegetação herbácea de várzea na Amazônia Central**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado, 2006, 131 p
- BIRTH, G. S.; McVEY, G. **Measuring the colour of growing turf with a reflectance spectrophotometer**. *Agronomy Journal*, v.60, p. 640, 1968.
<http://dx.doi.org/10.2134/agronj1968.00021962006000060016x>
- HUETE, A.R., DIDAN, K., and Y. Yin, 2002, MODIS Vegetations Workshop, Missoula, Montana, July 15-18; Terrestrial Biophysics and Remote Sensing (TBRS) MODIS Team, University of Arizona, <http://utam.geophys.utah.edu/ebooks/gg527/modis/ndvi.html>.
- GITELSON, A.A.; GRITZ, Y.; MERZLYAK, M.N. 2003. **Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves**. *J. Plant Physiol.* v. 160, p.271-282.
- MOTOHKA, T., K.N. NASHARA, H. OGUMA and S. Tsuchida. 2010. **Applicability of Green-Red Vegetation Index for Remote Sensing of Vegetation Phenology**. *Remote Sensing*, 2: 2369-2387.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W.; HARLAN, J.C., 1974, **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Type III final rep. NASA/GSFC, Greenbelt, MD.
- TUCKER, C. J. **Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation**. *Remote Sensing of Environment*, v. 8, p. 127-150, 1979. [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)