CORRELAÇÃO DE ÍNDICES ESPECTRAIS COM LEITURAS DE SPAD EM MUDAS DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.)

**Alexandre de C. C. NOGUEIRA¹; Leonardo R. REIS²; Eric B. FERREIRA³; Lorena B. T.
REIS⁴**

RESUMO

A cultura da oliveira no Brasil está se tornando uma promessa, tanto que várias empresas de pesquisa estão direcionando seus projetos para avaliar vários aspectos dessa cultura. Um destes aspectos está relacionado ao estudo de métodos de determinação de sintomas de deficiência nutricional. Um equipamento muito utilizado para este fim é o SPAD. Este trabalho tem como objetivo determinar se o uso de imagens espectrais correlaciona-se com as leituras SPAD, e é parte de outra pesquisa com o objetivo de aplicar técnicas de sensoriamento remoto na cultura da *Olea europaea* L. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e a unidade experimental constituiu de um vaso plástico contendo 14 kg de areia. Foram realizados 4 tratamentos constando 4 soluções nutritivas. Foi desenvolvido um sistema de baixo custo com câmeras digitais comuns adaptadas para captar imagens na banda do visível e infravermelho. As câmeras foram fixadas em uma haste com regulagem de altura (25 e 50 cm). Após a coleta das imagens foram determinados os índices espectrais e posteriormente correlacionado com leituras do SPAD (determinador de clorofila). Conclui-se que houve diferença entre as alturas para captura das imagens, sendo a altura 25 cm melhor que 50 cm e não houve correlação entre índices espectrais e dados SPAD.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Machado. Machado/MG, email: xandao_ccn@hotmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Machado. Machado/MG, email: leonardo.reis@ifsuldeminas.edu.br;

³ Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, email: eric@unifal-mg.edu.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas – Câmpus Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG, email: lorena.boechat@ifsuldeminas.edu.br.

INTRODUÇÃO

O cultivo da Oliveira no Brasil vem se desenvolvendo com grandes resultados na região de Maria de Fé - MG, e por se tratar de uma commodity, a oliveira deverá agregar mais valores ao agronegócio brasileiro. O Brasil ocupa o terceiro lugar como maior importador de azeitonas e o quinto em azeite de oliva, somando aproximadamente 90 mil toneladas sendo (Brasil, 2102). Portanto uma alternativa muito interessante para os agricultores da região de Maria da Fé.

Em relação à adubação e exigências nutricionais da oliveira, o nitrogênio está relacionado com vários mecanismos fisiológicos e metabólicos e seu efeito depende fundamentalmente da disponibilidade de água no solo. Na maioria das vezes, o nitrogênio determina o padrão de desenvolvimento vegetativo da planta, estimulando principalmente o crescimento da parte aérea. É o elemento requerido em maior quantidade pela planta, constituindo-se, portanto, o principal elemento na fertilização de um olival (MESQUITA et al., 2006). O método de diagnóstico do estado nutricional de uma planta mais eficiente é a análise foliar. Devido ao tempo despendido entre a coleta e o resultado, o método da análise foliar, além do custo elevado, envolve análise laboratorial e apresenta a desvantagem de não possibilitar a correção da deficiência em tempo hábil para recuperação das culturas (CHAGAS et al., 1999). Na agricultura moderna, o uso de métodos que propiciam a rápida diagnose do estado nutricional das plantas é uma necessidade para uma recomendação de adubação otimizada.

A agricultura de precisão tem como um de seus principais objetivos maximizar a eficiência na utilização dos insumos agrícolas, aplicando-os diferencialmente ao longo de uma determinada área conforme as reais necessidades de cada zona de manejo pré-estabelecida.

Assim, pesquisas têm sido desenvolvidas para identificar o *status* nutricional relacionado ao N em diversas culturas, de forma eficaz, prática e menos onerosa. Medidores portáteis de clorofila, denominados de SPAD, estimam a quantidade de clorofila presente na planta com base nas propriedades espectrais de transmitância da energia eletromagnética das folhas, sendo este valor proporcional ao teor de nitrogênio, entretanto, este método exige o contato físico com as folhas.

Outros métodos promissores são as técnicas de sensoriamento remoto, que também capturam informações espectrais dos pigmentos das plantas, porém, sem ter contato com as mesmas mensurando a reflectância da cultura.

Para aplicação de sensoriamento remoto em estudos de culturas agrícolas, tem-se feito uso extensivo dos índices de vegetação para avaliar a reflectância do dossel, pois estes são combinações entre bandas espectrais que servem para realçar as feições de vegetação e também minimizar efeitos do solo, angulares e atmosféricos (Epiphânio et al., 1996). Segundo Moges et al. (2004), índices vegetativos da diferença normalizada baseados nas reflectâncias do vermelho (NDVI) e verde (GNDVI) são comumente utilizados para avaliar o *status* nutricional das plantas e da biomassa e a concentração de nutrientes.

Neste sentido, este trabalho foi conduzido com objetivo de se correlacionar índices vegetativos com leituras SPAD para desenvolver uma técnica eficiente capaz de auxiliar no momento das adubações. Este trabalho servirá de base para o monitoramento e implantação das técnicas de agricultura de precisão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no setor de Biotecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado, coordenadas 21°41'55.51"S e 45°53'27.01"O, com altitude média de 900 m.

O experimento constou de 4 tratamentos, em blocos casualizados, com 5 repetições. A unidade experimental constituiu de um vaso plástico contendo 14 kg de areia previamente purificada, contendo uma muda de oliveira.

Os dados foram coletados a cada 15 dias após o transplântio das mudas, durante um período de 3 meses, totalizando 6 amostras, as imagens foram tiradas sempre no horário das 11:00 da manhã. Em cada planta foram amostrados 4 folhas distribuídas nas quatro faces da planta.

As estimativas do teor de clorofila foram obtidas utilizando um medidor de clorofila SPAD (Minolta Corporation, Japan), nos mesmos períodos das imagens. Este aparelho mede valores SPAD que representam uma medida indireta do teor de clorofila na folha e conseqüentemente pode indicar o status de nitrogênio, devido à proporcionalidade que o nitrogênio possui em relação à clorofila (COSTA et al., 2001). Para efetuar as medições posicionou-se a folha entre o emissor e receptor do equipamento.

O sistema de aquisição de imagens foi formado por meio de duas câmeras, marca SAMSUNG, com resolução de 12 megapixels, uma para capturar na banda

do visível e a outra no infravermelho próximo. Estas câmeras, colocadas em uma haste ajustável, capturaram duas imagens simultaneamente, da mesma cena. Em uma das câmeras foi acoplado um filtro óptico para que seja adquirida imagem na banda do infravermelho próximo, marca hoya, modelo 700 (comprimento de onda entre 695 a 1050 nm).

Para obtenção das imagens, as câmeras foram posicionadas a três alturas distintas 25 e 50 cm da folha coletada.

O processamento das imagens foi realizado utilizando o programa computacional Matlab® (The MathWorks, EUA) e o pacote de ferramentas para processamento de imagens digitais.

Ao invés da utilização do valor original do pixel das imagens, foram utilizados índices espectrais. Como o sistema pode adquirir imagens em duas bandas espectrais simultaneamente, foram testados três pares dessas bandas: infravermelho próximo e verde; infravermelho próximo e vermelho; e verde e vermelho. Dessa maneira, no processamento de imagens, para efetuar os cálculos dos índices, foi assumido que a reflectância do dossel é igual à média dos pixels de uma determinada área. Os índices espectrais estudados são a razão de vermelho e verde, o índice de vegetação da diferença normalizado, NDVI, índice de vegetação da diferença de verde normalizado, GNDVI.

A relação entre as variáveis foi avaliada pela correlação utilizando o software Microsoft Excel, entre índices (NDVI, GNDVI) e valores de SPAD, em cada período de aquisição dos dados. Foi realizada a análise da variância e posteriormente aplicado o teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

As variáveis dependentes analisadas em todos os períodos de aquisição no sistema de sensoriamento remoto utilizando a haste foram os índices NDVIcolor, GNDVIcolor, NDVImono, GNDVImono, SAVImono e os valores de SPAD. Os subscritos “color” e “mono” especificam se as bandas são: vermelho e verde, utilizada no cálculo dos índices foram provenientes da câmera colorida ou da monocromática, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as análises estáticas para os índices espectrais obtidos em diferentes alturas (25 e 50 cm).

Tabela 1. Análise dos índices espectrais em relação às alturas, pelo teste tukey.

Índices	Grupos	Tratamentos	Medias
NDVI	a	25	0.3185903
	b	50	0.2998057
GNDVI	a	25	0.3370231
	b	50	0.3189096

Conforme pode ser observado, para todos os índices avaliados houve diferença entre as alturas, mostrando que a altura de 25 cm obteve maiores médias. Esse aumento nas médias pode ter ocorrido no momento em que se realizou o corte das imagens pelo programa Matlab®, pois com a aproximação das mesmas para o corte as imagens de 25 cm apresentaram maior número de informações sobre a folha.

Na Tabela 2 estão apresentadas as correlações entre valores SPAD, índices espectrais e valores de N.

Tabela 2. Correlação de Pearson entre valores SPAD, índices espectrais em diferentes alturas.

Índices	Alturas (cm)	SPAD
NDVI	25	0,314
NDVI	50	0,280
GDVI	25	0,351
GDVI	50	0,318

De acordo com os dados mostrados na tabela, não houve correlação entre os índices espectrais e valores SPAD.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos ao final do experimento conclui-se que:

- Houve diferença entre as alturas para captura das imagens, sendo a altura 25 cm maior que 50 cm;
- Não houve correlação entre índices espectrais e dados SPAD

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VARVEL, G. E.; MEYER, G. E. Analysis of aerial photography for nitrogen stress within corn fields. **Agronomy Journal**, v. 88, p. 729-733, 1996

CHAGAS, J.M.; BRAGA, J.M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L.T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G.A. de A.; ANDRADE, M.J.B. LANA, R.M.Q.; RIBEIRO, A.C. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação.** Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. CFSEMG, Viçosa, 1999. 359 p.

COSTA, C.; DWYER, L. M.; DUTILLEUL, P.; STEWART, D. W.; MA, B. L.; SMITH, D. L. Inter-relationships of applied nitrogen, spad, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutritio.** v. 24, n. 8, p.1173-1194, 2001.

EPIPHÂNIO, J.C.N.; GLERIANI, J.M.; FORMAGGIO, A.R. et al. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.31, n.6, p.445-454, 1996.

MESQUITA, H.A.; FRÁGUAS, J.C.; PAULA, M. B. Adubação e nutrição da oliveira. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte. v. 27, n. 231, mar/abr. 2006.

MOGES, S.M.; RAUN, W.R.; MULLEN, R.W. et al. Evaluation of green, red and near infrared bands for predicting winter wheat biomass, nitrogen uptake, and final grain yield. *Journal of Plant Nutrition*, v.27, n.8, p.1431-1441, 2004.