

CORRELAÇÃO ENTRE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, NDVI E PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO TABACO

Guilherme Zimmermann (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Milena Gabriela de Sales Biliato (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Wesley Augusto Mendonça (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Marcos Rafael Nanni (Orientador). E-mail: mnnanni@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Agronomia, Fitotecnia.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; índices de vegetação; multiespectral.

RESUMO

Para uma agricultura mais tecnificada e um manejo mais pormenorizado, com possível diminuição dos custos e dos impactos ambientais, faz-se necessário conhecer a variabilidade espacial da produtividade das culturas. Para tanto, o presente trabalho objetivou correlacionar a produtividade da cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum*) com dois índices que podem ser obtidos remotamente, o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e o IAF (Índice de Área Foliar), fazendo o uso de diversas técnicas de sensoriamento remoto.

Buscando-se obter grande variedade de respostas espectrais, foram elaborados experimentos em diferentes localidades (Uberlândia-MG e Mafra-SC), anos (2020, 2021 e 2022), tratamentos (supressão de nitrogênio, fósforo e potássio) e modos de condução. A coleta de dados de NDVI foi realizada mediante a utilização de sensores multiespectrais fixados a um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) e de um espectrorradiômetro. O IAF foi obtido a partir da medida das dimensões da folha e de equação de regressão oriunda da literatura. O processamento das imagens consistiu em extrair o índice de vegetação por meio de softwares SIG e na análise estatística. Os resultados obtidos evidenciaram a possibilidade de se estimar a produtividade da cultura do tabaco a partir do NDVI com um R-quadrado máximo de 0,81. Não foi possível estimar o IAF a partir do NDVI obtido com o espectrorradiômetro.

INTRODUÇÃO

Para se obter estimativas precisas sobre a produtividade de alguma cultura, é indispensável que haja meticulosa investigação sobre os diversos fatores de produção, biótico e abióticos. O problema é complexo, sendo que muitas informações são necessárias para o devido entendimento da interação destes fatores para que se possa, efetivamente, estabelecer o conjunto que rege o comportamento do vegetal no campo. A solução para isso seria simplificar o conceito em algumas variáveis mensuráveis e extrapoláveis. Uma das ferramentas que tem sido amplamente utilizada na última década, refere-se ao comportamento

espectral das plantas e índices obtidos remotamente por meio da interação entre bandas do espectro eletromagnético (SISHODIA, 2020). Para tanto, foram propostos alguns índices, como o Índice de Área Foliar (IAF) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), de fácil obtenção e que possuem ligação com produtividade.

O índice de área foliar quantifica a quantidade de material foliar no dossel. Por definição, ele é a razão da somatória da área de um lado das folhas por área de solo, portanto, não possui unidade, sendo apenas uma proporção. Já que boa parte das interações planta-atmosfera de troca de massa e energia ocorrem na superfície foliar, o IAF é uma eficaz medida para descrever a estrutura do dossel de uma planta e entendê-lo funcionalmente (ASNER et al., 2003).

Juntamente com os dados referentes ao crescimento inerente da planta aliase, ainda, informações relativas aos índices de reflectância apresentados pela cultura. Tais informações relacionam propriedades biofísicas e espaciais dos vegetais (índice de área foliar, fitomassa, porcentagem de cobertura do solo, concentração de clorofila e a fração da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel) com parâmetros espectrais eletromagnéticos (EPIPHANIO et al., 1996). Um dos índices de reflectância mais utilizados é o NDVI. Esse correlaciona a reflectância na faixa do vermelho (620 – 720 nm) com o infravermelho próximo (760 – 1.000 nm) para a obtenção das informações biofísicas anteriormente citadas.

Pela forte absorção que a vegetação apresenta na região espectral do vermelho (dependendo do conteúdo de clorofila), e alta reflectância na região do infravermelho (variando conforme a estrutura intercelular do mesófilo) (TESFAYE, 2021), os índices de vegetação que envolvem tais faixas do espectro podem funcionar como bons indicadores do vigor vegetal e, por conseguinte, da produtividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

As áreas experimentais encontram-se nos municípios de Mafra/SC e Uberlândia/MG. Nestas áreas, com o objetivo de se obter uma grande diversidade de respostas espectrais das plantas, foram instalados experimentos a campo sob diferentes tratamentos e regimes de condução.

Em Uberlândia/MG, realizaram-se dois experimentos com 40 parcelas em quatro blocos da cultivar Virgínia em 2020 e 2021 e mais um com 30 parcelas em três blocos da cultivar Burley em 2021. Ambos foram compostos por 10 tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (30, 54, 80, 120 e 160 kg/ha).

Em Mafra/SC, foram realizados dois experimentos de campo na safra 21/22. Ambos constituídos de 25 parcelas da cultivar CSC-4704, com cinco blocos e cinco tratamentos com supressão de diferentes nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio.

Sistema de coleta e processamento dos dados multi e hiperespectrais

Para obtenção do índice de vegetação realizaram-se voos de imageamento com câmeras multiespectrais embarcadas em um drone. As imagens contendo quatro bandas do espectro eletromagnético (vermelho, verde, azul e infravermelho próximo) foram fusionadas de forma a formarem um mosaico. Como os valores dos pixels obtidos pelas câmeras são registrados em números digitais, faz-se necessário transformá-los em fatores de reflectância, para que tenham significado físico. Feito isso, o índice foi calculado pela equação $NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$, sendo NIR a banda do infravermelho e RED a banda do vermelho. Por fim, extraiu-se a média de cada parcela do experimento. Realizou-se, também, nas plantas cujo IAF foi estimado, a espectroscopia das folhas por meio do espectrorradiômetro Fieldspec 3Jr ASD.

Coleta do IAF

Para estimar a área de uma folha foi utilizado o modelo descrito por Antunes et al. (2009) para a cultura do tabaco: $A = 0,70014CL$, onde A = área da folha, C = comprimento da folha e L = largura da folha. Fez-se a medida em uma folha de cada terço vertical da planta de tabaco, e calculou-se a área de cada folha. Com a área foliar é possível estimar o índice de área foliar a partir da equação $IAF = A*8*1,646/1000$, na qual IAF = índice de área foliar e A = área foliar. Em seguida obteve-se o IAF da planta resultante da média das três folhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância revelaram que os diferentes tratamentos influenciaram significativamente nas médias de NDVI das parcelas principalmente nas imagens realizadas no início da fase vegetativa da cultura, até aproximadamente 60 dias após o transplântio. Quanto a produtividade, só houve diferenças significativas em Mafra, com os tratamentos de supressão de N, P e K.

As análises de regressão entre NDVI e produtividade evidenciaram que os modelos de correlação mais estreita são os baseados no NDVI extraído 90 dias após o transplântio em Uberlândia e 60 e 90 dias após o transplântio no experimento de Mafra, com valor máximo do coeficiente de determinação de 0,81 (Figura 1).

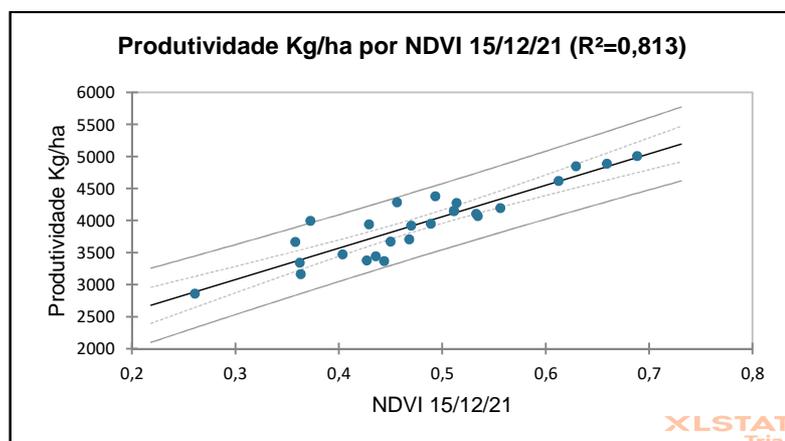


Figura 1 – Gráfico de dispersão e modelo de regressão linear entre NDVI e produtividade (kg ha^{-1}).

Quanto aos resultados da análise de regressão para a correlação entre as variáveis IAF e NDVI, esperava-se que houvesse relação não-linear positiva, apresentando alta sensibilidade a mudanças no dossel nos estádios iniciais da cultura (baixo IAF) e, saturação quando o dossel se torna muito denso (alto IAF). Entretanto, os resultados deste estudo demonstraram pequena correlação negativa, evidenciando certa inconsistência nas metodologias de extração do IAF ou do NDVI.

CONCLUSÕES

A avaliação do comportamento espectral da cultura do tabaco através do NDVI evidenciou que é possível estimar a produtividade por imageamento em alguns estádios da cultura, principalmente no final do vegetativo, anteriormente ao florescimento e amarelecimento das folhas. Isso possibilita reconhecimento prévio do potencial produtivo da lavoura, o que pode influenciar na tomada de decisões quanto às práticas de manejo.

A avaliação do índice de área foliar (IAF) demonstrou que, nas condições do presente trabalho, não foi possível estimá-lo através da quantificação do NDVI por meio de sensor hiperespectral.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo patrocínio em forma de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Werner Camargo. Engineering for desiccation postponement: antisense of sucrose transporter in tobacco specifically on guard cells results in reduced stomatal conductance and increased water use efficiency. 2009.

ASNER, Gregory P.; SCURLOCK, Jonathan MO; A. HICKE, Jeffrey. Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. **Global ecology and biogeography**, v. 12, n. 3, p. 191-205, 2003.

EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDOFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

SISHODIA, Rajendra P.; RAY, Ram L.; SINGH, Sudhir K. Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. **Remote Sensing**, v. 12, n. 19, p. 3136, 2020.

TESFAYE, A. A.; AWOKE, B. G. Evaluation of the saturation property of vegetation indices derived from sentinel-2 in mixed crop-forest ecosystem. **Spatial Information Research**, v. 29, n. 1, p. 109-121, 2021.