

ESTIMATIVA DO NÚMERO DE PERFILHOS EM CANA-DE-AÇÚCAR POR NDVI BASEADO EM IMAGENS AÉREAS

**MATHEUS PEREIRA DE OLIVEIRA¹, MARCELO RODRIGUES BARBOSA
JÚNIOR², ROMÁRIO PORTO DE OLIVEIRA³, CRISTIANO ZERBATO⁴,
ROUVERSON PEREIRA DA SILVA⁵**

¹ Graduando em Engenharia Agrônômica, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP, matheus-pereira.oliveira@unesp.br.

² Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP

³ Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP

⁴ Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia, Agromais Serviços Agrônômicos, Votuporanga – SP

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Adjunto III, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: A cana-de-açúcar apresenta grande importância econômica para o país e principalmente para o estado de São Paulo, produzindo açúcar, etanol e energia elétrica. Desse modo, obter altas produtividades é inevitável e uma tarefa desafiadora, pois ocorre a diminuição do potencial produtivo ao longo do ciclo de produção e ocorrência de práticas inadequadas de manejo. Essas práticas acarretam em brotação tardia, assim promovendo má formação das soqueiras e proporcionando falhas. Com intuito de aumentar a produtividade e redução de custos, produtores e usinas vêm adquirindo técnicas para obter informações precisas para auxiliar na tomada de decisão, dentre elas, a implementação da Agricultura Digital. Considerando que o uso de drones pode permitir a aquisição de parâmetros biométricos da cana-de-açúcar, no presente estudo foi avaliado número de perfilhos em cana-de-açúcar durante a fase inicial e final de crescimento. Voos baseados em imagens multispectrais foram realizados nos dias das avaliações e correlacionados com as variáveis biométricas para analisar eficiência do uso de imagens aéreas. Os resultados foram eficientes e podem ser potencialmente aplicados em pesquisas futuras e aplicações comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: AGRICULTURA DIGITAL; *Saccharum* spp., NÚMERO DE PERFILHOS.

ESTIMATION OF THE NUMBER OF TILLERS IN SUGARCANE BY NDVI BASED ON AERIAL IMAGES

ABSTRACT: Sugarcane has great economic importance for the country and especially for the state of São Paulo, producing sugar, ethanol and electricity. Thus, obtaining high yields is inevitable and a challenging task, as there is a decrease in productive potential throughout the production cycle and the occurrence of inadequate management practices. These practices lead to late sprouting, thus promoting malformation of ratoons and causing failures. In order to increase productivity and reduce costs, producers and plants have been acquiring techniques to obtain accurate information to assist in decision making, among them, the implementation of Digital Agriculture. Considering that the use of drones can allow the acquisition of biometric parameters of sugarcane, in the present study the number of tillers in sugarcane during the initial and final stages of growth was evaluated. Flights based on

multispectral images were performed on the evaluation days and correlated with biometric variables to analyze the efficiency of the use of aerial images. The results were efficient and can potentially be applied in future research and commercial applications.

KEYWORDS: DIGITAL AGRICULTURE; *Saccharum* spp., NUMBER OF TILLERS.

INTRODUÇÃO: A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura semiperene considerada principal matéria prima para produção de açúcar e etanol no Brasil. Análises de crescimento e desenvolvimento nesta cultura são importantes para estimar a produtividade. Essa aplicação pode ser empregada para analisar diferenças entre cultivares e definir ambientes de produção favoráveis para determinar o melhor manejo a ser adotado (MARAFON, 2012). Outra variável importante é o perfilhamento, que se inicia nos primeiros meses após plantio/colheita e é intensificado em condições favoráveis de luminosidade, nutrição e tratos culturais (MANHÃES et al., 2015). Posteriormente o número de perfilhos diminui devido à competição por luminosidade e nutrientes (INMAN-BAMBER et al., 2009). O perfilhamento determina a produtividade dos canaviais e, quanto maior o número de perfilhos, posteriormente, maiores serão o número de colmos, biomassa e produtividade de açúcares, proporcionando assim maior retorno econômico (AUDE, 1993). Para realizar esta análise em canaviais encontra-se dificuldades devido ao porte das plantas, tombamento e as grandes áreas de cultivo. Com isso a agricultura 4.0 é uma alternativa potencial, principalmente baseada no uso de drones (AMARAL et al., 2020). Uma das vantagens dos drones é a facilidade em coletar dados e embarcar sensores na aeronave. Por meio deles é possível obter imagens de alta resolução das lavouras, superando limitações encontradas por satélites (AMARAL et al., 2020). Neste trabalho propomos novas abordagens para avaliação de número de perfilhos em lavouras de cana de açúcar. Portanto, os objetivos foram analisar se o número de perfilhos estimados por imagens têm alta precisão e acurácia e podem superar metodologias tradicionais.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi implantado em área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP. Tendo início com a etapa de preparo de solo da área experimental realizando gradagem intermediária e seguida de subsolagem para descompactação do solo. Posteriormente ao preparo de solo, foi realizado a sulcação e adubação de plantio de forma mecanizada e espaçamento entre linhas de 1,5 metros, e na sequência, foram tampados os sulcos. Em seguida foi executado o delineamento experimental planejado (DBC, com 20 repetições), sendo a área dividida em 4 blocos experimentais, contendo 5 parcelas de 30 linhas de cultivo com 10 metros de comprimento. Após o delineamento experimental foi realizado o transplântio das mudas pré-brotadas (MPBs) com 0,5 metros de distância entre elas, utilizando a variedade RB966928.

A coleta de dados biométricos foi realizada na fase inicial e final de crescimento das plantas, aos 160 e 200 dias após o transplântio (DAT) Esse é um período crítico para análises biométricas, pois é quando o crescimento cessa e ocorre a transição para a fase de maturação, período ideal para obter altos valores de açúcar (BARBOSA JÚNIOR, 2021). As coletas foram realizadas em 3 linhas de cada parcela, sendo realizada a contagem de número de perfilhos em cada linha. Nos dias das avaliações biométricas foram realizados voos com drone multirrotor equipado com sensor multispectral (MicaSense RedEdge-M, MicaSense Inc., Seattle, WA, EUA). Para o processamento das imagens foi usado algoritmo Structure from Motion – SfM (Agisoft Metashape Professional 1.5.5, Agisoft, St. Petersburg, Rússia). Para obtenção do número de perfilhos baseado no sensoriamento aéreo foi utilizada a equação do o índice de vegetação por diferença normalizada NDVI (Equação 1). Os valores de NDVI

foram comparados com os valores médios de perfilho por metro de cada linha de cana-de-açúcar avaliada, conseguindo assim observar a precisão do método.

Equação:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (1)$$

em que,

NIR - reflectância do infravermelho próximo

RED - reflectância do vermelho

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Foi observado que aos 160 dias após o transplântio (DAT) das MPB's observa-se precisão de 53,4% (R^2) ao se compara o modelo de estimativa de número de perfilhos por imagens multiespectrais utilizando o NDVI com contagem de perfilhos *in loco*. Já com 200 DAT foi observado que a precisão apresentou foi maior, ficando em 60,26% (Figura 1).

Desta forma, pôde-se obter uma relação para a estimativa do número de perfilhos pelo NDVI. Os modelos aplicados aos 160 e 200 DAT apresentaram resultados semelhantes. Quanto maior o número de perfilhos, maiores foram os valores de NDVI. À medida que o número de perfilhos aumenta, menos porções do solo são expostas devido densidade das plantas e cobertura do dossel (Barbosa Júnior et al., 2021). Como o NDVI é um índice sensível ao solo, áreas de menor perfilhamento permitem captura de maiores porções do solo pelas imagens, assim reduzindo os valores do índice.

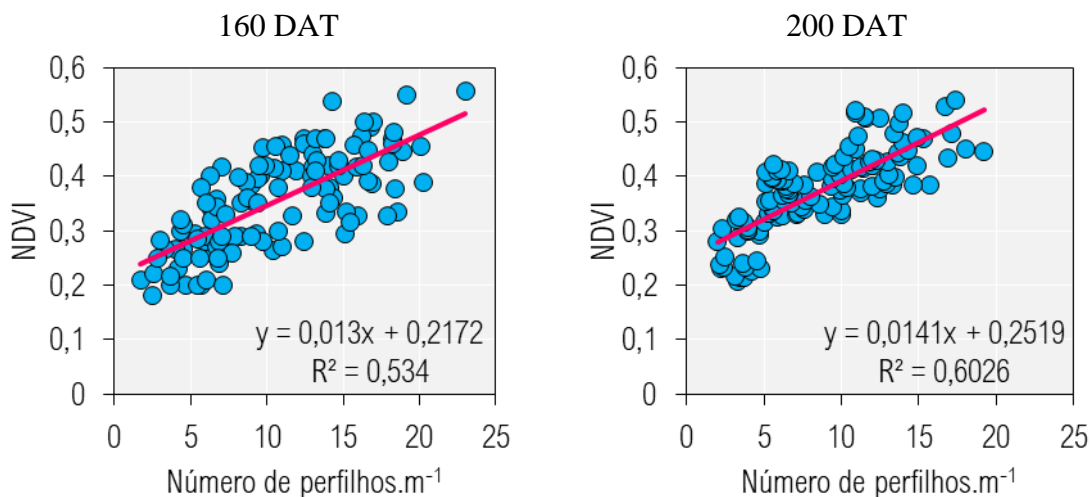


FIGURA 1. Modelo de estimativa de número de perfilhos por imagens multiespectrais.

CONCLUSÕES: Os valores de NDVI na cana-de-açúcar apresentam relação positiva com o número de perfilhos por metro. Quando o canavial se apresenta em fase final de crescimento e início de maturação é possível obter melhor precisão utilizando este método para estimativa de perfilhamento.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de iniciação científica 2019/25238-6 ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS:

AMARAL, Lucas Rios do et al. UAV applications in Agriculture 4.0. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 51, p. 1-15, 2021.

AUDE, Maria Isabel da Silva. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência rural**, v. 23, p. 241-248, 1993.

BARBOSA JÚNIOR, Marcelo Rodrigues et al. Mapping gaps in sugarcane by UAV RGB imagery: The lower and earlier the flight, the more accurate. **Agronomy**, v. 11, n. 12, p. 2578, 2021.

INMAN-BAMBER, N. G. et al. Source–sink differences in genotypes and water regimes influencing sucrose accumulation in sugarcane stalks. **Crop and Pasture Science**, v. 60, n. 4, p. 316-327, 2009.

MANHÃES, C. M. C. et al. Factors that affect sprouting and tillering of sugar cane. **Vértices**, v. 17, p. 163-191, 2015.