

RELAÇÃO DA MASSA SECA DO MILHO SAFRINHA COM ÍNDICES VEGETATIVOS NO RGB^(*)

Leonardo Pinto de Magalhães⁽¹⁾, Tamara Maria Gomes⁽²⁾, Fabrício Rossi⁽²⁾

Palavras-chave: *Zea mays*, aeronaves remotamente pilotadas, índices vegetativos, visão computacional.

No Estado de São Paulo, o milho de segunda safra ou safrinha, teve uma área plantada em fevereiro de 2020, de 503,8 mil hectares, sendo obtida uma produtividade na mesma época de 5.218 kg ha⁻¹ (CAMARGO *et al.*, 2020 – <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14780>), representando assim uma cultura importante na produção agropecuária do Estado. Parte dessa produção é utilizada na alimentação animal na forma de silagem. Através de tecnologias de sensoriamento remoto é possível relacionar a quantidade de matéria fresca da planta com a reflectância das mesmas. A vantagem da utilização dessas tecnologias é facilitar a avaliação de grandes áreas em um curto espaço de tempo e método não-destrutivo (Mirzaie *et al.*, 2014 – <https://doi.org/10.1016/j.jag.2013.04.004>). Ainda, as imagens no modelo de cores do RGB (*Red, Green, Blue*), obtidas com aeronaves remotamente pilotadas (ARP), têm potencial para estimar a biomassa por não profissionais (Bendig *et al.*, 2014 – <https://doi.org/10.3390/rs61110395>) o que pode popularizar seu uso e aplicações para avaliação dos cultivos. Porém, ainda há poucos trabalhos relacionando índices vegetativos e o teor de matéria seca das plantas, característica importante para mensurar o momento de colheita do milho para silagem.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação de 15 índices vegetativos calculados no RGB e sua relação com a quantidade de massa seca das plantas.

O experimento foi conduzido no município de Pirassununga, SP (21°59'46"S e 47°25'33"O a uma altitude de 627 metros.) em uma área irrigada por pivô central na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da USP. Foram selecionados 5 ha para avaliação dentro da área irrigada, sendo dividida em 10 parcelas dentro das quais foram coletadas, em cinco datas (29/03, 05/04, 12/04, 19/04 e 03/05/2020), 15 m lineares de plantas para avaliação da massa fresca e seca da parte aérea. Nas mesmas datas, utilizando uma ARP quadrimotor do modelo DJI Phantom 4 com câmera RGB de 12 MP, foram obtidas as imagens para cálculo dos índices vegetativos. O híbrido de milho utilizado foi o Brevant 2782 (híbrido simples, de elevado potencial produtivo, precoce) com população inicial de 70.000 plantas ha⁻¹. Em cada coleta, as plantas retiradas manualmente foram levadas a um laboratório para obtenção da massa fresca, sendo posteriormente secas em estufa a 65°C por no mínimo de 72 horas para cálculo da massa seca (kg ha⁻¹).

Os índices vegetativos foram calculados utilizando um algoritmo desenvolvido em linguagem python, sendo utilizados o Verde normalizado, Vermelho normalizado, Azul normalizado, CIVE (Kataoka *et al.*, 2003 – <https://doi.org/10.1109/AIM.2003.1225492>), COM (Montalvo *et al.*, 2013 – <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.034>), ExG (Woebbecke *et al.*, 1995 – <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9561471>), ExGR (Meyer & Camargo Neto, 2008 – <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.03.009>), GLI (Louhaichi *et al.*, 2008 – <http://dx.doi.org/10.1080/10106040108542184>), MPRI (Yang *et al.*, 2008 –

¹* Fonte financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

⁰Engenheiro de Biosistemas, Bolsista de doutorado CAPES, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) / Universidade de São Paulo (USP), Av. Pádua Dias, 11 CEP 13418-900, Piracicaba – SP. E-mail: leonardo.magalhaes@usp.br

²⁰Prof. Dr. da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA)/Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga – SP. E-mail: tamaragomes@usp.br; fabricio.rossi@usp.br

<https://www.asprs.org/a/publications/proceedings/pecora17/0041.pdf>), RGBVI, RGVBI e MGVRI (Bendig et al., 2015 – <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2015.02.012>), TGI (Hunt Jr et al., 2013 – <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2012.07.020>), VARI (Gitelson et al., 2002 – [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00289-9](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00289-9)) e VEG (Hague et al., 2006 – <https://doi.org/10.1007/s11119-005-6787-1>). Para determinação do índice que mais se relaciona com a massa seca foi utilizada a correlação de pearson (r) e o coeficiente de determinação (r²).

Observa-se que o índice com maior correlação foi o VEG (Tabela 1), calculado pela equação: $VEG = \frac{g}{r^a * b^{1-a}}$, onde “g” representa o índice verde normalizado, “r” o índice vermelho normalizado, “b” o índice azul normalizado e “a” uma constante que vale 0,667. Todos os índices, exceto o azul normalizado, obtiveram correlação forte com a massa seca (r > 0,7). Porém, o VEG foi o único que atingiu 0,8 e também maior valor do coeficiente de determinação. Isso indica que o modelo linear desse índice para indicar a massa seca se ajusta mais aos dados do que os demais. O VEG se utiliza, para seu cálculo, dos valores de todas as cores do visível (vermelho, verde e azul) o que traz mais informações da reflectância pela planta e assim pode explicar sua melhor relação com a variação da massa seca.

Tabela 1. Valores da correlação de pearson (r) e do coeficiente de determinação (r²) entre os índices vegetativos estudados e a massa seca do milho.

Índices vegetativos	r	r ²
Vermelho normalizado	-0.760	0,578
Verde normalizado	0,778	0,605
Azul normalizado	0,151	0,022
ExG	0,778	0,605
ExGR	0,780	0,608
VEG	0,800	0,640
CIVE	-0.779	0,606
COM	0,783	0,613
RGBVI	0,769	0,591
GLI	0,772	0,595
VARI	0,787	0,619
MPRI	0,780	0,608
TGI	0,767	0,588
RGVBI	0,769	0,591
MGVRI	0,775	0,600

Conclui-se então, que o VEG, dentre os índices avaliados, apresentou maior correlação com o teor de matéria seca das plantas, sendo indicado seu uso para este fim. Entretanto, torna-se necessária a validação do cálculo da massa seca utilizando este índice em outros experimentos e locais.