

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (8)

August 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/13820201015>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1015&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Abordagem de câmera GOPRO embarcada em VANT para cálculo de NDVI na cultura do milho

Approaching of GOPRO camera embedded on UAV to calculate NDVI for corn's crop

A. M. Santos¹, E. P. Pacheco², W. G. Vale¹, M. V. S. Chaves¹

¹ Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão

² Embrapa Tabuleiros Costeiros

Author for correspondence: xavesmarcosvinicius96@gmail.com

Resumo: O nitrogênio (N) é um macronutriente empregado em grandes quantidades na agricultura moderna, por ser exigido em maior quantidade pelas plantas. Na cultura do milho, atua principalmente no enchimento dos grãos e afeta o teor de proteína. Uma das causas da ineficiência do uso de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho é a dificuldade em estimar em tempo hábil a necessidade da adubação nitrogenada por meio de análises do solo e/ou planta. Na procura de viabilizar o processo de recomendação de adubação nitrogenada em tempo real, trabalhos de pesquisa têm sido realizados para detectar a deficiência de nitrogênio utilizando sensoriamento remoto. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade do uso do Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) calculado por meio do processamento de imagens multiespectrais obtidas com a câmera GOPRO e com a câmera Sequoia da Micasense embarcadas em VANTs, para recomendação da aplicação de fertilizantes nitrogenados para a cultura do milho. Conforme resultados obtidos com este trabalho, foi possível concluir que a determinação do NDVI por meio de imagens aéreas, é compatível com a determinação do índice utilizando sensor óptico ativo (GreenSeeker).

Palavras Chave: Imagens aéreas, Sensor Greenseeker, Sensoriamento Remoto.

Abstract: Nitrogen (N) is a macronutrient used in large quantities in modern agriculture, due to a quantity required by plants. In the corn crop, it mainly acts on grain filling and affects protein content. One of the causes of the inefficiency of the use of nitrogen fertilizers in the corn crop is the difficulty in estimating in a timely manner the need of nitrogen fertilization through soil and / or plant analyzes. Looking for feasibility of the recommendation process of nitrogen fertilization in real time, researches has been developed aiming to detect nitrogen deficiency using remote sensing. In this paper the objective was to evaluate the feasibility of the use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), calculated by means of multispectral image processing obtained with the GOPRO's camera and the Micasense's Sequoia camera, embedded in UAV's, to recommend the application of nitrogen fertilizers to the corn crop. According to results obtained with this paper, it was possible to conclude that the determination of NDVI by means of aerial images is compatible with the determination of the index using active optical sensor (GreenSeeker).

Keywords: Aerial imaging, GreenSeeker sensor, Remote Sensing.

Introdução

No Ato portaria Nº 206, de 20 de outubro de 2017, O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Política Agrícola fala: "O milho (*Zea Mays* L) é um dos cereais mais cultivados do mundo. A sua importância se dá devido a sua grande adaptação às diferentes condições ambientais, ao seu valor nutricional para a alimentação humana e animal e para a geração de renda por meio da produção de grãos".

A produção de milho no Brasil é caracterizada pelo plantio em duas épocas: primeira safra (ou safra de verão) e segunda safra (ou safrinha). Os

plantios de verão são realizados em todos os estados, na época tradicional, durante o período chuvoso, que ocorre no final de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste. A Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) classifica como segunda safra a safrinha propriamente dita e a safra de inverno plantada em Rondônia, Tocantins e em determinadas regiões da Bahia e de Sergipe (Sistemas de produção Embrapa).

O nitrogênio (N) é necessário em grandes quantidades e é o nutriente o mais móvel e dinâmico no solo, sendo também o que mais onera

o custo de produção. Para que a planta consiga expressar todo o seu potencial produtivo, é indispensável que suas necessidades nutricionais sejam atendidas.

Vários sensores com base em refletância do dossel de lavouras ou transmitância através das folhas estão comercialmente disponíveis, e são capazes de estimar a deficiência de nitrogênio em função do Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), este é um método de avaliação indireta e não destrutiva, que avalia através das faixas espectrais de vermelho e infravermelho próximo o desempenho de desenvolvimento da planta. Este pode ser calculado através da Equação 1 (Longchamps & Khosla, 2014).

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

Utilizando o software QGIS, a equação acima é realizada em cada pixel, respectivamente nas bandas dos canais vermelho (RED) e infravermelho próximo (Near InfraRed, NIR), resultando num valor final com valor entre -1 e 1, onde a vegetação geralmente apresenta valores de 0,20 a 0,80. Quanto mais próximo de 1, maior é a atividade vegetativa no local representado pelo pixel. Valores negativos ou próximos de 0 indicam áreas de solo nu, ou seja, onde há ausência e ou deficiência da atividade clorofiliana.

O sistema GreenSeeker® é um sensor ótico, desenvolvido pela Universidade de Oklahoma (EUA), na década de 1990. Utiliza diodos de emissão de radiação nas faixas do vermelho (650 nm) e infravermelho próximo (770 nm). A leitura de refletância é calculada por microprocessador interno, fornecendo o NDVI, que é transmitido a um computador portátil adaptado ao sensor (NTECH INDUSTRIES, 2008). É um sistema confiável, convencionalmente o mais utilizado para mensuração de NDVI, porém é uma tecnologia ainda pouco acessível considerando seu alto custo de obtenção.

O uso do NDVI obtido por meio desse sensor como indicador do estado nutricional da planta, em relação ao nitrogênio, foi apresentado por RAUN et al. (2005). De forma similar, o NDVI obtido por meio de imagens feitas pela câmera Sequoia Micasense embarcada em VANT, gera tais informações, considerando a precisão do equipamento em questão. Acredita-se que uma alternativa mais econômica para obtenção desses indicadores, seria a utilização da câmera GoPro, que é encontrada no mercado, em valores de obtenção mais acessíveis. Entretanto, é necessário encontrar uma equação que aproxime os valores de NDVI da câmera GoPro, com os valores do NDVI medidos pelo sensor GreenSeeker® e pela câmera Sequoia Micasense que irá servir como fonte.

Objetivou-se com este trabalho analisar o desempenho do uso do NDVI calculado por meio do processamento de imagens aéreas, obtidas com a câmera GoPro embarcada em VANT. Especificando

uma equação que aproxime esses valores de NDVI, com os obtidos pelo sensor GreenSeeker®.

Métodos

Utilizou-se imagens obtidas experimento implantado na Estação Experimental Jorge Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizada no município de Nossa Senhora das Dores-SE. O solo é classificado como Argissolo vermelho amarelo, textura argilosa, distrófico e relevo ondulado, com coordenadas geográficas 10°27'44"S e 37°11'38"W, altitude média de 200 m, temperatura média de 26°C e pluviosidade média anual de 1150 mm. A região pode ser considerada uma transição do agreste com tabuleiros costeiros, onde a semeadura de culturas anuais ocorre da segunda quinzena de maio a primeira de junho e a colheita entre a segunda quinzena de outubro e primeira de novembro, dependendo do ciclo da cultivar utilizada.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos aplicados foram 50 kg.ha⁻¹, 100 kg.ha⁻¹, 150 kg.ha⁻¹, 200 kg.ha⁻¹ de Ureia perolada (UR) e Nitrato da Yara (NT), com testemunha (Figura 1). A adubação de base foi na proporção de 40-100-80 kg.ha⁻¹, de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A semeadura foi realizada em parcelas compostas com oito linhas de 10 m de comprimento no espaçamento de 0,5 m entre linhas (40 m²), utilizando semeadora-adubadora de plantio direto, regulada para densidade de semeadura de 70.000 sementes por hectare. O híbrido de milho utilizado foi o RR e BT, pois contribui para a maior facilidade e eficiência no controle de plantas daninhas e lagartas do milho. O experimento contou com sistema de irrigação, para garantir que não ocorra déficit hídrico após a adubação de cobertura, evitando assim o excesso de volatilização do N.

Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a adubação de cobertura foram realizadas as avaliações para verificar o efeito dos diferentes níveis de adubação nitrogenada. Na ocasião de cada avaliação foram realizadas medições do NDVI por meio de Greenseeker portátil da marca Trimble, e obtenção de imagem aéreas, nas bandas NIR e RED, com câmera Sequoia Micasense embarcada em drone, e imagens com a câmera GoPro.

Após obtido as imagens, para início do processamento, foi necessário a separação das imagens da câmera Sequoia, fazendo 3 pastas com as bandas: NIR, RED e RGB, contendo em cada uma delas 60 fotos. E uma pasta contendo as imagens da câmera GoPro com 84 fotos. Para criação de cada ortomosaico, foi utilizado o software Photoscan, da Agisoft.

O processamento fundamentou-se em seis passos utilizando o software Photoscan, sendo o 1°: importar imagens aéreas; 2° alinhamento das imagens; 3° criação da nuvem densa de pontos; 4° criação da malha e o georreferenciamento; 5° geração do ortomosaico e; 6° exportação dos pontos da nuvem.

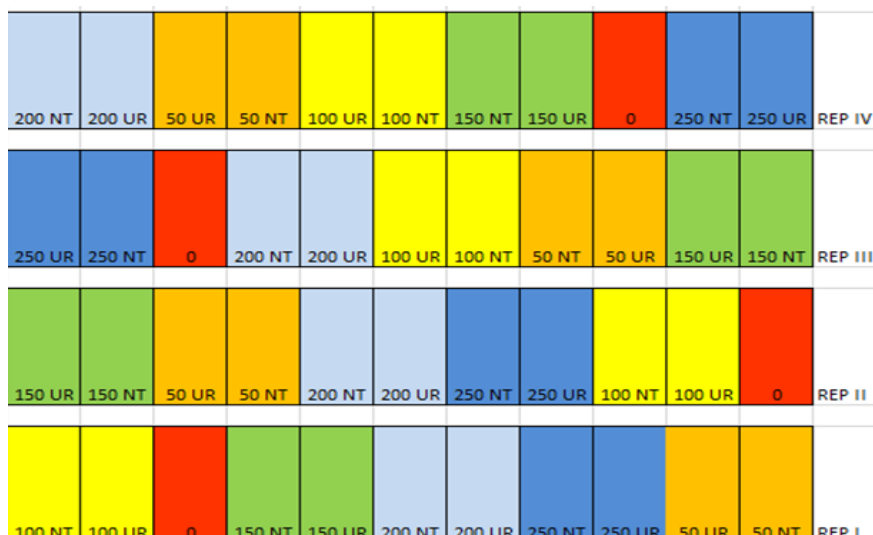


Figura 1. Delineamento experimental em blocos ao acaso

Em posse dos orthomosaicos, iniciou-se a elaboração da equação para cálculo de NDVI utilizando o software Quantum Gis. A obtenção da equação foi por tentativa e erro, observando de qual maneira os dados se adequavam melhor.

Resultados e discussão

As equações 2 e 3 obtidas nesse trabalho foram lançadas no software QGis através da ferramenta Cálculo Raster.

Equação (2)

$$\text{float}(((\text{"Orthomosaico_Gopro3"} * 3.49 \wedge \text{sqrt}(\ln(3.49))) + (\text{"Orthomosaico_Gopro3"} - \sin(3.49) - \tan(3.49) * \ln(3.49)) + (\text{"Orthomosaico_Gopro3"} * \ln(3.49) * (3.52) + (\text{"Orthomosaico_Gopro3"} * \tan(3.49) / \ln(3.49) * \sin(3.49)) - [(\text{"Orthomosaico_Gopro1"} - \sin(\tan(3.49) / 3.49)) - (\text{"Orthomosaico_Gopro1"} * \tan(3.49) / \text{sqrt}(3.49) - (\text{"Orthomosaico_Gopro1"} / \sin(3.49) - \tan(3.49) - 3.49 * 3.49 - (\text{"Orthomosaico_Gopro1"} \wedge \sin(3.49) - \text{sqrt}(\tan(3.49)))))))] / (((\text{"Orthomosaico_Gopro3"} * 3.49 / (\text{sqrt}(\ln(3.49) / \tan(3.40)) + (\text{"Orthomosaico_Gopro3"} * \ln(3.49) / \text{sqrt}(\ln(3.49))) + (\text{"Orthomosaico_Gopro3"} / \tan(3.49) - \ln(3.49) - 3.49) + [(\text{"Orthomosaico_Gopro1"} - \sin(\tan(3.49) - 3.49)) + (\text{"Orthomosaico_Gopro1"} \wedge \tan(3.49) / \text{sqrt}(\ln(3.49))) + (\text{"Orthomosaico_Gopro1"} / \sin(3.49) - \tan(3.49) \wedge \ln(3.49) + (\text{"Orthomosaico_Gopro1"} \wedge \sin(3.49 * \text{sqrt}(\tan(3.49) / \ln(3.49)))))))]))$$

Em que: Orthomosaico_Gopro3 é a banda NIR da câmera Gopro; e Orthomosaico_Gopro1 é a banda RED da câmera Gopro.

Equação (3)

$$\text{float}((\text{"orthomosaico_NIR 1"} * 4) - (\text{"orthomosaico_RED1"})) / ((\text{"orthomosaico_NIR1"} * 4) + (\text{"orthomosaico_RED1"}))$$

Em que: orthomosaico NIR 1: é a banda NIR da câmera Sequoia; e orthomosaico_RED1: é a banda RED da câmera Sequoia.

A equação 2 foi a que melhor representou uma correlação entre os dados da Gopro com o Greenseeker. Já a equação 3, que é muito similar a própria equação básica do NDVI, foi a que apresentou resultados mais próximos entre a Sequoia e o Greenseeker.

Na figura 1, estão os recortes em monocromático correspondentes a cada parcela do ortofotos da câmera Sequoia. Cada parcela contém uma média de NDVI, que foi utilizada para construir uma tabela e correlaciona-las aos valores das parcelas medidas pelo Greenseeker, apresentada na tabela 1 em anexos.

Com base nos valores da tabela presente no anexo 1, em média os valores obtidos pelo cálculo de NDVI com imagens da câmera Sequoia(SQ), se aproximaram consideravelmente dos valores

medidos com o Greenseeker(GS), sendo então a equação mais adequada, e com esses valores obtivemos o gráfico do Greenseeker(GS) em função da Sequoia(SQ).

Cada parcela contém uma média de NDVI, que foi utilizada para construir uma tabela e correlaciona-las aos valores das parcelas medidas pelo Greenseeker, apresentada na tabela 2 em anexos.

Em média, os valores obtidos pelo cálculo de NDVI com imagens da câmera Gopro, se aproximaram consideravelmente dos valores medidos com o Greenseeker(GS), sendo então a equação mais adequada, e com esses valores obtivemos o gráfico do Greenseeker(GS) em função do da Gopro(GP).

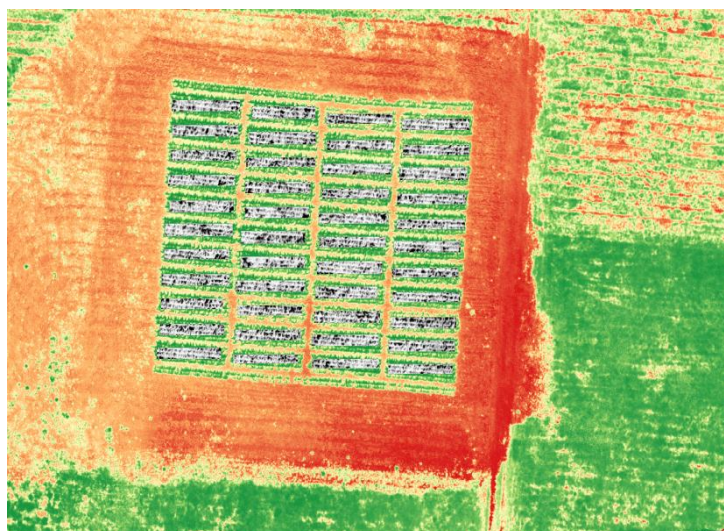


Figura 2. Recortes NDVI câmera (SQ)

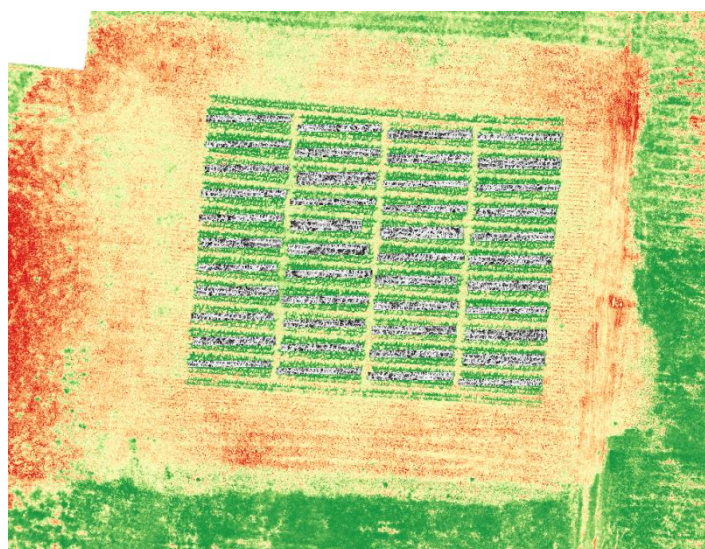


Figura 3. Recortes NDVI câmera Gopro

Comprovada a hipótese que existe uma correlação positiva e significativa entre o NDVI calculado por meio de imagens aéreas com o NDVI medido com GreenSeeker, foi então obtida uma equação de regressão para estimativa da dose de N em função do NDVI calculado a partir de imagens aéreas com a Sequoia Micasense (NDVI_SM) com o NDVI referencial (NDVI_GS), e uma equação para o NDVI calculado a partir de imagens aéreas com a Gopro (NDVI_GP), com o NDVI referencial (NDVI_GS).

Conforme resultados obtidos, percebe-se a correlação entre os valores de NDVI medido pelo Greenseeker e os valores calculados por meio da equação utilizando as imagens da câmera Gopro e da câmera Sequoia da Micasense. Esses dados foram úteis para confirmar a validação da hipótese

de utilizar imagens aéreas para estimativa da dose de N em função do NDVI obtidos por fotografias aéreas.

As curvas de regressão do (NDVI_GS) em função do (NDVI_SM) apresentaram os melhores ajustes com a função quadrática (Figura 4). O NDVI obtido pela medida direta com (NDVI_GS) e o (NDVI_GP) apresentaram comportamentos similares. Conforme pode ser observado na (Figura 5). Esse resultado demonstra uma correlação significativa entre NDVI_GP e o NDVI_SM, confirmando a viabilidade do uso de imagens aéreas para estimativa do NDVI em lavouras de milho em estágio inicial de desenvolvimento, tendo como parâmetro o uso de um sensor ótico ativo (GreenSeeker).

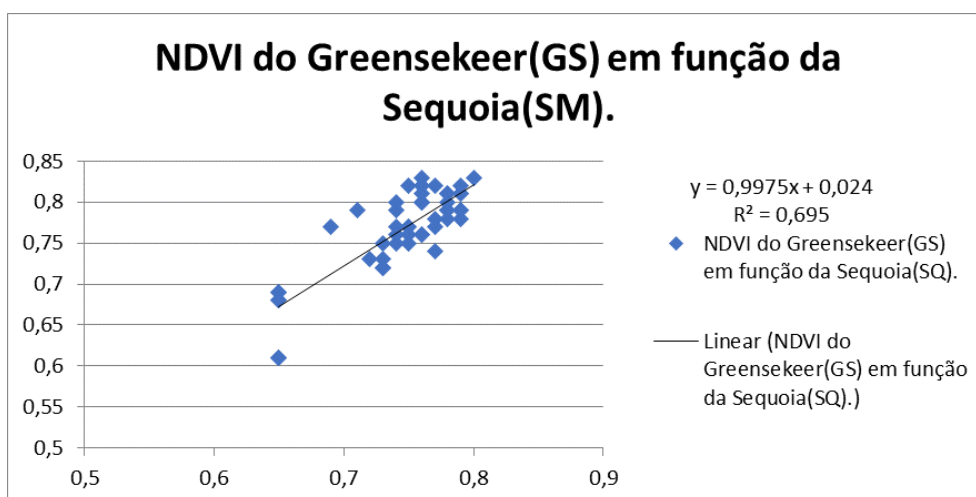


Figura 4. NDVI GS em função do NDVI SQ

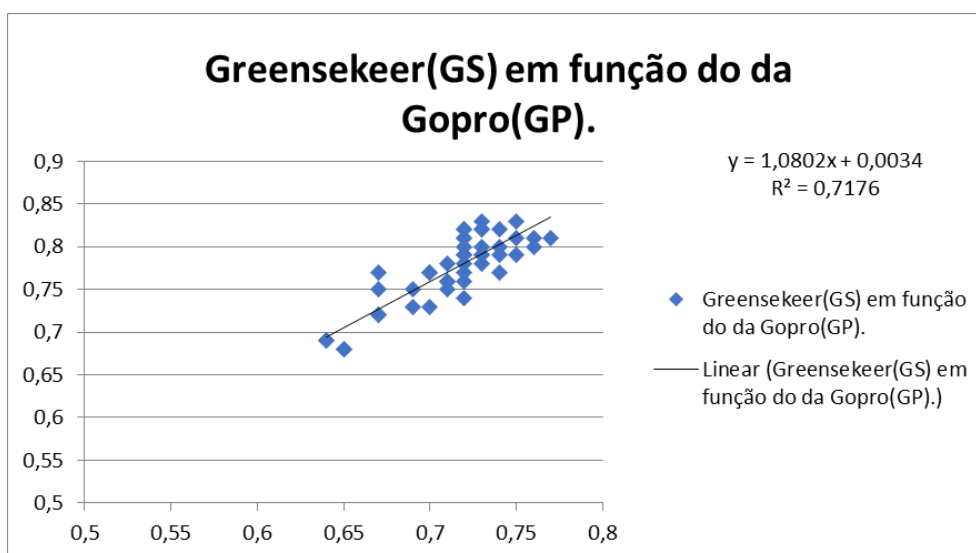


Figura 5. NDVI GS em função do NDVI GP

Com a relação (NDVI_SM) com o NDVI referencial (NDVI_GS), e Gopro(NDVI_GP) com o NDVI referencial (NDVI_GS), foi possível realizar a análise da viabilidade do uso do NDVI calculado por meio do processamento de imagens multiespectrais obtidas com a câmera Gopro embarcada em VANT, para recomendação da aplicação de fertilizantes nitrogenados. Tendo como base os valores do sensor ótico ativo, o GreenSeeker. Apesar de trabalhos como os de Franzen et al. (2018), que relacionaram ou NVDI com produtividade de óleo de girassóis, e de Basyoumi, Dunn & Goad (2016) que avaliou métodos não destrutivos para avaliação de nitrogênio de cravo da Índia, contestarem a eficácia do sensor ótico para medição indireta para nutrientes como N, por encontrarem baixa correlação entre o índice e o mesmo, artigo como o de David (2015), que ao estudar o crescimento vegetativo em substratos drenantes, buscou de forma alternativa usar o sensor ótico a fim de diminuir os teste de medição manual do crescimento de trigo, encontrou uma variação correlata excelente

entre o índice obtido pelo Greenseeker e estado da real da planta.

Já os autores Grohs, Mundstock & Poletto (2009), Motomiya (2009) e Machado (2015) afirmam que há correlação entre o NDVI e fatores como: mofo-branco, no artigo publicado por Machado (2015), potencial produtivo de trigo e cevada no trabalho de Grohs, Mundstock & Poletto (2009), e a deficiência de N em algodoeiros, em resultado da pesquisa de Motomiya (2009).

No caso específico do milho e sua relação com o nutriente N, o NDVI é comumente utilizado, e o sensor GreenSeeker tem especial relevância no assunto, sendo utilizado em trabalhos como o de Amado et al (2017), que avaliaram no seu trabalho a resposta da produtividade do milho e eficiência de aplicação de N no sul paraguaiano, onde os mesmos observaram o acréscimo do valor de NDVI após a aplicação do N do estágio V8 para V12 da planta, e no trabalho de Walsh (2015) que citou em seu trabalho a experiência de produtores que fizeram uso do sensor GreenSeeker para melhor

manejar a aplicação de N em Idaho nos Estados Unidos.

O uso da GoPro para estimativa do índice desonera o custo do sensor e existe a carência de estudos sobre utilização de equipamentos alternativos, além sensores óticos, para avaliação indireta de lavouras.

Conclusões

A hipótese que existe uma correlação positiva e significativa entre o NDVI calculado por meio de imagens aéreas com o NDVI medido com GreenSeeker foi comprovada. O trabalho em questão mostrou-se positivo para a utilização dessas equações para estimativa da dose de N em função do NDVI calculado a partir de imagens aéreas com a Sequoia Micasense (NDVI_SQ) e imagens aéreas com a Gopro(NDVI_GP) viabilizando a utilização dessa tecnologia.

Referências

AMADO, T. J. C., VILLALBA, E. O. H., BORTOLOTTI, R. P., NORA, D. D., BRAGAGNOLO, J., & LEÓN, E. A. B. Yield and nutritional efficiency of corn in response to rates and splits of nitrogen fertilization. *Revista Ceres*, 64(4), 351-359, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764040003>

BASYOUNI, R., DUNN, B. L., GOAD, C. The use of nondestructive sensors to assess nitrogen status in potted dianthus (*Dianthus chinensis* L.) production. *Canadian Journal of Plant Science*, 2017, 97:44-52, <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0059>

DAVID, M. Use of normalized difference vegetation index (NDVI) for estimating genotypic differences in wheat seedlings response to water stress induced by gradual drying of the substrate, *Romanian agricultural research*, Romenia, 2019.

FRANZEN, D.W., E.C. SCHULTZ, T.M. DESUTTER, L.K. SHARMA, R. ASHLEY, AND H. BU. Sunflower Type Influences Yield Prediction using Active Optical Sensors. *Agron. J.* 2019.

111:881-888.

<https://doi.org/10.2134/agronj2018.07.0440>

doi:

GROHS, D. S., BREDEMEIER, C., MUNDSTOCK, C. M., & POLETTI, N. Modelo para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor GreenSeeker. *Engenharia Agrícola*, 29(1), 101-112, 2009. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162009000100011>

WALSH, O. S. Nitrogen Management in Field Crops with Reference Strips and Crop Sensor. University of Idaho, BUL 896, 2015.

LONGCHAMPS, L. & KHOSLA R. Early detection of Nitrogen variability in maize using fluorescence. *Agronomy Journal*, 106:511-518, 2014. doi: <https://doi.org/10.2134/agronj2013.0218>

MACHADO, M. L., PINTO, F. A. C., QUEIROZ, D. M., PAULA JÚNIOR, T. J., & VIEIRA, R. F. Estimativa de severidade do mofo-branco em lavouras de feijão utilizando-se sensores hiper e multiespectral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(5), 426-432, 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p426-432>

MOTOMIYA, A. V. A.; MOLIN, J. P.; CHIAVEGATO, E. J. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(2), 137-145, (2009). <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000200005>

RAUN, W. R., SOLIE, J. B., STONE, M. L., MARTIN, K. L., FREEMAN, K. W., MULLEN, R. W. ZHANG, H. SCHEPERS, J. S. & JHONSON, G. V. Optical sensor-based algorithm for crop nitrogen fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 36, n. 19-20, p. 2759-2781, 2005. doi: <https://doi.org/10.1080/00103620500303988>