

SENSOR ÓPTICO ATIVO NA ESTIMATIVA DA ALTURA DA CULTURA DO MILHO POR DIFERENTES ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

EDER EUJÁCIO DA SILVA¹, FABIO HENRIQUE ROJO BAIO², FERNANDO HENRIQUE³, MARCO ANTÔNIO VRECH DE SOUZA⁴

¹ Discente de Agronomia, CPCS, UFMS, Chapadão do Sul – MS, Fone: (67) 99642-4588, e.eujacio@gmail.com

² Eng^o Agrônomo, Prof. Associado, CPCS, UFMS, Chapadão do Sul – MS

³ Eng^o Agrônomo, Mestrando, UFMS, Chapadão do Sul – MS

⁴ Eng^o Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, UFMS, Chapadão do Sul – MS

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A cultura do milho apresenta resposta significativa à aplicação nitrogenada de cobertura. Uma das formas de se fazer essas aplicações é com relação à leitura de sensores ópticos que captam a luminosidade refletida pela planta nas bandas do vermelho e infravermelho próximo que correspondem à faixa de 670 a 760 nm, respectivamente, assim é possível estimar a taxa fotossintética desenvolvida pela planta. Objetivou-se avaliar a resposta fenológica da cultura do milho à aplicação nitrogenada em cobertura em diferentes doses pelas leituras de índices de vegetação. Foi utilizado um híbrido de milho semeado no espaçamento de 0,45 m entrelinhas com população final de 60 mil plantas ha⁻¹. O sensor óptico ativo utilizado para a obtenção dos Índices de Vegetação (IV) foi o Crop Circle ACS-470. Foram aplicadas 4 doses de N em cobertura (0, 80, 160 e 240 kg ha⁻¹). O IV NDVI apresentou maior correlação com a altura das plantas de milho ($r^2=0,94$) que o IV GNDVI ($r^2=0,89$).

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, NDVI, GNDVI

USE OF OPTICAL OPTICAL SENSOR IN THE ESTIMATION OF CORN PLANTS HEIGHT

ABSTRACT: The maize crop presents a significant response to the nitrogen coverage application. One of the ways to do these applications is with respect to the reading of optical sensors that capture the luminosity reflected by the plant in the red and near infrared bands that correspond to the range of 670 to 760 nm, respectively, so it is possible to estimate the developed photosynthetic rate by the plant. The objective of this study was to evaluate the phenological response of the maize crop to the application of nitrogen in different doses by the vegetation index readings. A hybrid of corn seeded in the 0.45 m spacing between rows with a final population of 60 thousand ha⁻¹ plants was used. The active optical sensor used to obtain the Vegetation Indexes (IV) was the Crop Circle ACS-470. Four doses of N were applied in the cover (0, 80, 160 and 240 kg ha⁻¹). The NDVI IV presented a higher correlation with the height of the maize plants ($r^2 = 0.94$) than the GNDVI IV ($r^2 = 0.89$)

KEYWORDS: *Zea mays*, NDVI, GNDVI

INTRODUÇÃO

Os dados de sensoriamento remoto (SR) são amplamente utilizados dentro da AP. Para sua aplicação em estudos de culturas agrícolas, tem-se feito uso extensivo dos índices de vegetação (IV) 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 (EPIPHANIO et al., 1996). Molin (2001) destaca que tais IV's são grandes indicadores de crescimento da cultura, do estado nutricional ou de sua produtividade.

Raper & Varco (2015) relatam que há alguns IV's que possuem uma correlação elevada com a massa vegetal. Segundo esses autores, os IV's NDVI e *Green* NDVI (GNDVI) possuem maior correlação com a altura de planta do que os índices de vegetação baseados na borda do vermelho (*RedEdge*). Neste sentido, como afirmaram Ponzoni & Shimabukuro (2009), quanto maior o índice foliar, menor a reflectância no visível e maior no infravermelho próximo.

O sensor de dossel pode ser um dispositivo útil na identificação da variabilidade de N nas áreas de produção, devido à sua correlação entre IV e massa vegetal, e com isso possibilitando o uso de sensores multiespectrais para determinação do estágio vegetal e da variabilidade fenológica do dossel, além da estimativa da massa da cultura. Com isso objetivou-se avaliar a resposta fenológica da cultura do milho à aplicação nitrogenada em cobertura em diferentes doses pelas leituras de IV.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em na área experimental na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no município de Chapadão do Sul – MS, durante a safra 2015/16. O delineamento experimental aplicado foi em parcelas subdividas com 4 doses de N em cobertura e 16 repetições.

As parcelas experimentais possuíam dimensões de 4 x 6 m com nove linhas semeadas, com total de 64 parcelas. Cada parcela foi cultivada com milho (*Zea mays*) híbrido DKB 310, no plantio foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (Uréia 43% N), 120 kg ha⁻¹ de Fósforo (Superfosfato simples 20% P₂O₅) e 60 kg ha⁻¹ de Potássio (Cloreto de Potássio 58% KCl). A semeadura foi realizada em novembro de 2016, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e população de 60.000 plantas ha⁻¹, para as análises foram utilizadas as fileiras centrais e desprezados um metro de cada extremidade, evitando a contaminação por outros tratamentos.

O sensor utilizado para calcular os IV's foi o Crop Circle modelo ACS-470 (Holland Scientific, Lincoln, EUA), o qual possui três canais de medição óptica da reflectância, associado ao posicionamento de seu GPS integrado. O sensor mede simultaneamente a refletância da cultura em três comprimentos de onda, como opção de escolha: 550 nm; 670 nm; 730 nm; e 760 nm.

Foi aplicado em cobertura quando o milho atingiu o estágio V4, o fertilizante nitrogenado Ureia (43% N) nas doses de (0, 80, 160, 240 Kg de N ha⁻¹). Esse insumo foi utilizado para estimular diferenças vegetativas no milho nos diferentes tratamentos, de modo a proporcionar diferenças nos índices vegetativos.

Foram realizadas quatro leituras com o sensor, utilizando os IV's NDVI e GNDVI (Tabela 1), em diferentes estádios fenológicos do milho (V4, V6, V8 e V10). Todas as leituras foram realizadas no período da manhã e com tempo ideal. Logo após as leituras eram realizadas a medição da altura de plantas, utilizado uma régua gradual para medir a altura de três plantas aleatórias por parcelas.

TABELA 1. Relação dos índices de vegetação calculados pelo uso do sensor multiespectral Crop Circle ACS 470 (R= Reflectância no comprimento de onda).

Sigla do Índice de Vegetação	Índice de Vegetação	Equação	Referências Bibliográficas
NDVI	Índice de vegetação pela diferença normalizada	$(R_{NIR} - R_{RED}) / (R_{NIR} + R_{RED})$	ROUSE et al. (1973)

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de normalidade de Shapirowilk e os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste de regressão, pelo programa SigmaPlot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os dados foram transformados em gráficos de superfície, como forma de se melhor verificar a relação dos índices de vegetação com altura de plantas. Com isso pode-se observar que houve incremento dos valores de IV à medida que se aumenta o tamanho das plantas de milho (Figura 1).

Nota-se que à medida que se aumenta as doses de N, aumenta-se também a altura de plantas e o IV, até próximo a dose de 160 kg de N ha⁻¹, onde a partir desta dose, observa-se que há uma estabilização das alturas, que podemos dizer que seria quando a planta não responde mais a adubação nitrogenada.

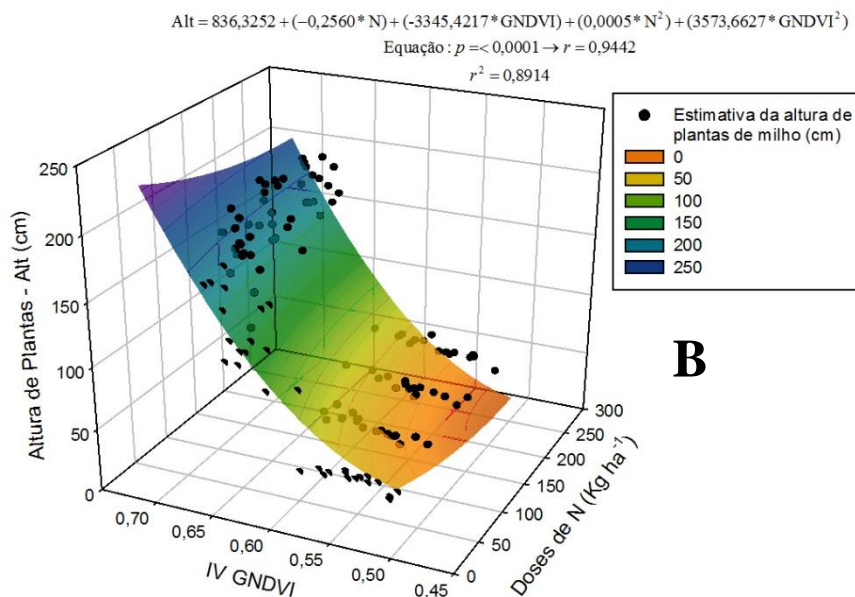
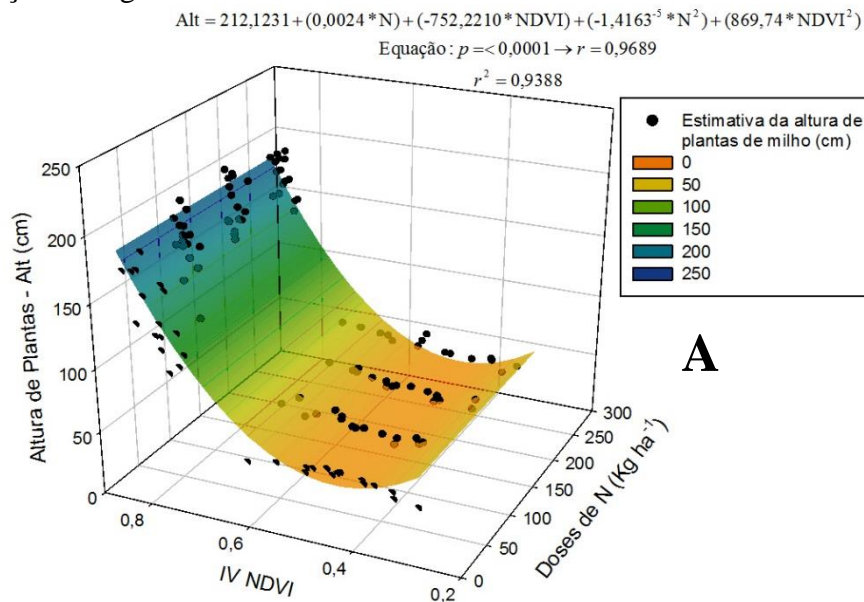


FIGURA 1. Doses de nitrogênio, com relação á altura de plantas do milho e ao índice de vegetação NDVI (A) e GNDVI (B).

A equação gerada permitiu um r^2 de 0,9388 para NDVI (Figura 1A), e esse resultado condiz com Motomiya et al. (2009), que avaliando a relação entre o NDVI e a altura de plantas de algodão, encontraram r^2 de 0,74. Isso se explica pelo fato que plantas maiores tendem a maiores reflectâncias.

Para GNDVI (Figura 1B), observa-se que há a mesma tendência do NDVI apresentada pelos valores nos gráficos, onde as plantas estabilizam a altura próxima a dose de 160 kg de N ha⁻¹. Porém o gráfico apresenta uma tendência não esperada para as menores doses de N, onde os maiores valores de IV e altura deveriam estar nos maiores valores de N.

Com isso nota-se que o uso do sensor multiespectral Crop Circle mensurando o IV GNDVI proporcionou o pior ajuste estatístico do modelo, quando comparado ao IV NDVI, com coeficiente de determinação de 0,8914 contra os 0,9388 do NDVI. Segundo Meneses et al. (2012), o NDVI é considerado um bom indicador de biomassa da vegetação caso o terreno apresente boa cobertura vegetal.

CONCLUSÃO

O aumento da dose de nitrogênio tem uma relação direta com a altura de plantas, que pode ser expressa principalmente pelo IV NDVI, que apresentou um melhor ajuste estatístico com a altura das plantas de milho.

REFERÊNCIAS

- EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p. 445-454, 1996.
- GITELSON, A. A.; MERZLYAK, M. N. Remote estimation of chlorophyll content in higher plant leaves. **International Journal of Remote Sensing**, v.18, n.12, p.291-298, 1997.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; ROSA, A. N. C. S.; SANO, E. E.; SOUZA, E. B.; BAPTISTA, G. M. M.; BRITES, R. S. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, p. 266, 2012.
- MOLIN, J. P. **Agricultura de Precisão: o gerenciamento da variabilidade**. Piracicaba: O Autor, p. 83, 2001.
- 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 Engenharia Agrícola Ambiental** 13(2): 137-145, 2009.
- RAPER, T. B.; VARCO, J. J. Canopy-scale wavelength and vegetative index sensitivities to cotton growth parameters and nitrogen status. **Precision Agriculture**, v.16, n.1, p. 62-76, 2015.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: ERTS SYMPOSIUM. 3., 1973. **Proceedings...** Washington: NASA, v.1, p. 309-317, 1973.
- POZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, Parêntese, p. 33, 2009.