

## SENSOR ÓPTICO ATIVO NA ESTIMATIVA DA MATÉRIA SECA DA CULTURA DO MILHO POR DIFERENTES ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

EDER EUJÁCIO DA SILVA<sup>1</sup>, FABIO HENRIQUE ROJO BAIO<sup>2</sup>, FERNANDO HENRIQUE QUEIROZ SOUZA<sup>3</sup>, MARCO ANTÔNIO VRECH DE SOUZA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Discente de Agronomia, CPCS, UFMS, Chapadão do Sul – MS, Fone: (67) 99642-4588, [e.eujacio@gmail.com](mailto:e.eujacio@gmail.com)

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Prof. Associado, CPCS, UFMS, Chapadão do Sul – MS

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Mestrando, UFMS, Chapadão do Sul – MS

<sup>4</sup> Mestre em Produção Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

*Apresentado no*

***Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2017***

*Maceió, Alagoas, 30 de julho a 3 de agosto de 2017*

**RESUMO:** A cultura do milho apresenta resposta significativa à aplicação nitrogenada de cobertura. Uma das formas de se fazer essas aplicações é pelo uso de sensores ópticos que captam a reflectância das plantas em várias bandas do espectro eletromagnético, como o vermelho e infravermelho próximo que correspondem aos 670 e 760 nm, respectivamente. Assim é possível estimar a taxa fotossintética desenvolvida pela planta e, conseqüentemente, a massa vegetal. Este trabalho teve como objetivo a avaliação da resposta fenológica da cultura do milho à aplicação nitrogenada em cobertura em diferentes doses segundo alguns índices de vegetação (IV). Foi utilizado um híbrido de milho semeado no espaçamento de 0,45 m entrelinhas com população final de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>. O sensor ativo utilizado para a obtenção dos IV foi o Crop Circle ACS-470. Foram aplicadas 4 doses de N em cobertura (0, 80, 160 e 240 kg ha<sup>-1</sup>). O IV 760/550 nm apresentou maior correlação com a produção de matéria seca pela cultura (r=0,82) quando comparado com NDVI (r=0,80), GNDVI (r=0,81), SAVI (r=0,81) e *Rededge* (r=0,79).

**PALAVRAS-CHAVE:** NDVI, IV 760/550 nm, SAVI.

## ACTIVE OPTICAL SENSOR IN THE ESTIMATION OF DRY MATTER OF CORN CULTURE BY DIFFERENT VEGETATION RATES

**ABSTRACT:** The maize crop presents a significant response to the nitrogenous application of cover. One of the ways to do these applications is by the use of optical sensors that capture the reflectance of plants in various bands of the spectroelectromagnetic, such as red and near infrared corresponding to the 670 and 760 nm, respectively. Thus it is possible to estimate the photosynthetic rate developed by the plant and, consequently, the vegetal mass. The objective of this work was to evaluate the phenological response of maize crop to nitrogen application in different doses according to some vegetation (IV) indices. A hybrid of corn seeded in the 0.45 m spacing between rows with a final population of 60 thousand ha<sup>-1</sup> plants was used. The active sensor used to obtain the IV was the Crop Circle ACS-470. Four doses of N were applied in the cover (0, 80, 160 and 240 kg ha<sup>-1</sup>). The IV 760/550 nm showed a higher correlation with dry matter production (r=0.82) when compared to NDVI (r=0.80), GNDVI (r=0.81), SAVI (r=0.81) and *Rededge* (r=0.79).

**KEYWORDS:** NDVI, IV 760/550 nm, SAVI.

## INTRODUÇÃO

O N é um dos nutrientes mais difíceis de manejar nos solos de regiões subtropicais, em razão da alta instabilidade deste no solo, uma vez que está sujeito a grande número de reações (ERNANI, 2003). Nesse sentido, técnicas de sensoriamento remoto podem ser utilizadas com o objetivo de gerar informações adicionais no momento da recomendação da adubação nitrogenada.

Dados da resposta espectral do dossel da cultura, durante seu desenvolvimento, caracterizados pelo processo de reflectância de ondas eletromagnéticas incidentes, podem ser utilizados como indicadores indiretos do *status* nutricional da cultura, bem como do potencial produtivo (SERRANO et al., 2000). Esses dados são obtidos via sensores, classificados em ativos (quando possuem fonte

própria de energia que incida sob as plantas) e passivos (quando dependem da radiação solar como fonte de energia).

Existem dois comprimentos de onda que apresentam relação direta com variáveis na planta, indicadores do potencial produtivo: ondas do espectro do vermelho, cuja reflectância é menor em condições de maior quantidade de clorofila (TUCKER, 1979); e ondas do espectro do infravermelho, cuja reflectância é maior quanto maior for o acúmulo de massa de matéria seca (MS) da planta. O teor de clorofila da folha, assim como a produção de MS, se correlaciona positivamente com doses de N e com a produtividade (SCHADCHINA & DMITRIEVA, 1995).

Para minimizar a variabilidade causada por fatores externos nos dados obtidos de reflectância, utilizam-se índices de vegetação, que são sensíveis à biomassa verde de uma comunidade de plantas e, portanto, à quantidade de clorofila por unidade de área (PONZONI, 2001).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com as coordenadas 18°46'17,9" S 52°37'25,0" O, e altitude de 810 m durante a primeira safra 2015/16, no município de Chapadão do Sul – MS. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas no esquema fatorial 4x4 quatro doses de ureia, com quatro repetições.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 x 6 m com cinco linhas, totalizando 64 parcelas. A cultivar utilizada foi DKB 310, na semeadura foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (ureia, 43% N), 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (Super simples, 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 60 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (Cloreto de potássio, 58% K<sub>2</sub>O). A semeadura foi realizada em 15 de novembro de 2015, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A avaliação foi realizada nas linhas centrais.

O sensor utilizado para calcular os IVs 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 reflectância da cultura em três comprimentos de onda: 670 nm; 730 nm; e 760 nm.

Quando o milho atingiu o estágio V4, aos 22 dias após emergência (DAE) foi aplicado o fertilizante nitrogenado ureia (43% N) nas doses de (0, 80, 160, 240 kg ha<sup>-1</sup>). Esse insumo foi utilizado para estimular diferenças vegetativas no milho nos diferentes tratamentos, de modo a proporcionar diferenças nos índices vegetativos mensurados pelo sensor multiespectral. Assim, foi possível em uma mesma aplicação obter diferentes recuperações de calda depositada no estrato médio da cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o índice 760/550 (Figura 1), conforme a valor do índice foi sendo aumentado junto com o incremento de nitrogênio, houve acréscimo na quantidade de matéria seca nas plantas de milho, apresentando uma relação positiva, foi elaborado assim um modelo matemático para ser utilizado na determinação da quantidade de nitrogênio a ser aplicado, durante a condução da cultura, o índice 760/50 apresentou uma correlação de  $r=0,84$

O índice NDRE e *RedEdge* (Figura 1), também se comportou como o 760/50, porém com  $r=0,81$ , para o índice SAVI conforme o índice passou os valores de 1, a matéria seca foi sendo diminuída, mesmo em condições de altas doses de nitrogênio, isso pode estar ligado ao fato do índice SAVI, sem determinado em função da reflectancia do solo, em dossel onde o solo esta descoberto por plantas a interferência da reflectancia do solo pode influenciar a leitura da quantificação de biomassa presente.

O índice NDVI (Figura 1), apresentou melhor correlação com o modelo matemático encontrado  $r=0,86$ , o entrave existente é que o NDVI tende a saturar logo nos primeiros estádios fenológicos da cultura, dificultando assim que as leituras de estimativas realizadas após os 50 dias após emergência da cultura sejam dificultadas.

Existem outros índices de vegetação (IV's) os quais também possuem uma correlação elevada com a massa vegetal, como reportam (RAPER & VARCO, 2015). 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*). Porém, o IV *RedEdge* é altamente correlacionado com o conteúdo de N foliar. Neste sentido, como afirmaram (Ponzoni & Shimabukuro, 2009), quanto maior o índice foliar, menor a reflectância no visível e maior no infravermelho próximo.

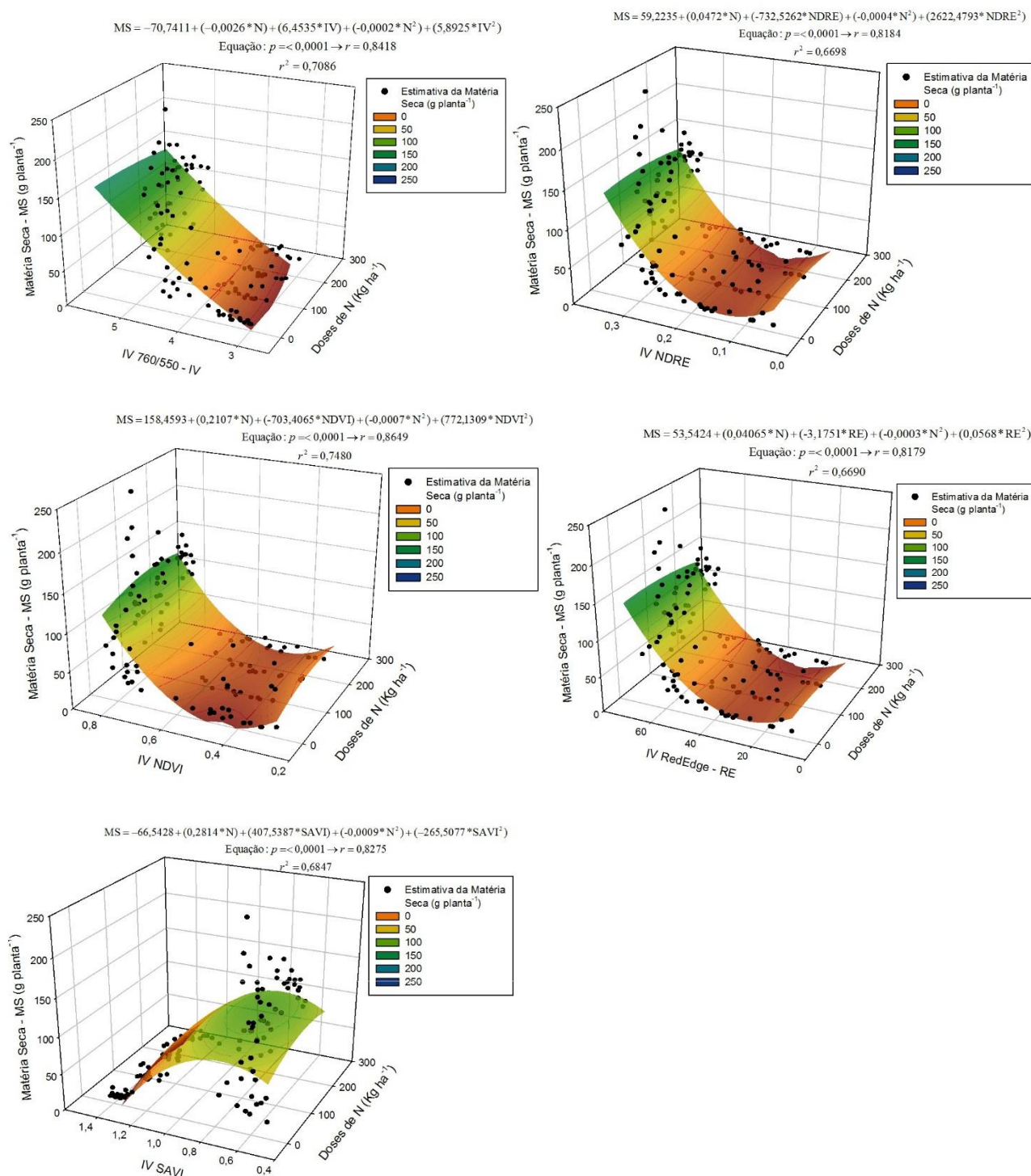


FIGURA 1. Acúmulo de matéria seca em relação a doses de Nitrogênio relacionadas aos índices de vegetação 760/50, NDRE, NDVI e *RedEdge*.

## CONCLUSÃO

O IV 760/550 nm apresentou maior correlação com a produção de matéria seca pela cultura ( $r=0,82$ ) quando comparado com NDVI ( $r=0,80$ ), GNDVI ( $r=0,81$ ), SAVI ( $r=0,81$ ) e Rededge ( $r=0,79$ ).

## REFERÊNCIAS

Ernani, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para macieira**. Lages: Graphel; 2003.

Ponzoni FJ. **Comportamento espectral da vegetação**. In: Meneses PR, Madeira Netto JS, editores. Sensoriamento remoto - reflectância dos alvos naturais. Brasília, DF: Universidade de Brasília; 2001. p.157-99.

Ponzoni FJ, Shimabukuro YE (2009) **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, Parêntese. 33p.

Raper TB, Varco JJ (2015) **Canopy-scale wavelength and vegetative index sensitivities to cotton growth parameters and nitrogen status**. Precision Agriculture 16(1): 62-76. DOI:10.1007/s11119-014-9383-4

Schadchina TM, Dmitrieva VV. **Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil**. J Plant Nutricion. 1995;18:1427-37.

Serrano L, Filella I, Peñuelas J. **Remote sensing of biomass and yield of winter wheat under different nitrogen supplies**. Crop Science. 2000;40:723-31

Tucker CJ. **Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation**. Remote Sensing Environ. 1979;8:127-50.