

ESTIMATIVA DO POTENCIAL PRODUTIVO EM MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS UTILIZANDO SENSOR ATIVO DE VEGETAÇÃO

CECÍLIA PAZ DA SILVA GIORDANO¹, ANDRÉ LUIS VIAN², CHRISTIAN BREDEMEIER³, MURILO HENDZ DE JESUS⁴, LUIZA ELENA FERRARI⁴

¹ Professora Substituta e Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: cecilia.giordano@gmail.com;

² Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: andreluisvian@hotmail.com.

³ Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: bredemeier@ufrgs.br

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: murilohendz@gmail.com; ferrari.luizaelena@gmail.com

Apresentado no
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014
14 a 17 de setembro de 2014 - São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: O potencial produtivo em milho é afetado pela cultura antecessora e pela adubação nitrogenada em cobertura, sendo que a época de dessecação da cultura antecessora afeta a mineralização do nitrogênio presente na mesma e, conseqüentemente, a disponibilidade de N em diferentes estádios fenológicos do milho cultivado em sucessão. O objetivo deste trabalho foi avaliar o emprego de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) avaliado por sensor óptico ativo de reflectância (Greenseeker) como ferramenta para estimar o potencial produtivo da cultura do milho em função da época de dessecação da aveia branca. O trabalho foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 na EEA/UFRGS, sendo que os tratamentos constaram de diferentes épocas de dessecação da aveia branca antes da semeadura do milho. As diferentes épocas de dessecação da aveia branca antes da implantação da cultura do milho em sucessão proporcionaram elevada variabilidade nos valores de NDVI e na produtividade de grãos. O estágio fenológico V7 foi o mais adequado para realização da estimativa do potencial produtivo da cultura do milho utilizando sensor ativo de reflectância do dossel.

PALAVRAS-CHAVE: Greenseeker, NDVI, potencial produtivo.

YIELD POTENTIAL ESTIMATION OF MAIZE IN DIFFERENT GROWTH STAGES USING AN ACTIVE CANOPY SENSOR

ABSTRACT: Yield potential of maize is affected by previous crop as well as by N availability at different growth stages. Time of desiccation of previous crop can affect N mineralization and in consequence N availability for maize crop. The objective of this work was to evaluate the NDVI (normalized difference vegetation index) measured by an active canopy sensor (Greenseeker) for yield potential estimation of maize as a function of white oat desiccation time. The experiment was carried out in the growing season 2013/2014 in southern Brazil. Treatments consisted of different desiccation times of white oat before maize sowing. Desiccation time promoted large variability of NDVI values as well as of grain yield

potentials. Phenological stage V7 was the most suitable growth stage for yield potential estimation of maize crop using an active reflectance sensor.

KEYWORDS: Greenseeker, NDVI, yield potential.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se observado importantes incrementos na produtividade da cultura do milho, em função de importantes mudanças tecnológicas implementadas durante o ciclo de produção, destacando-se os avanços no melhoramento genético, a biotecnologia aplicada, a qualificação das adubações de base e cobertura, as melhorias na qualidade do uso e manejo do solo, a modernização da mecanização agrícola, a irrigação e o aprimoramento na gestão dos recursos agrícolas, através da adoção da agricultura de precisão (AP) (Silva et al., 2012, Grifo & Silva, 2013; Hörbe et al., 2013).

Através do uso da AP o manejo necessário para o alcance de altos rendimentos da cultura do milho se torna mais viável, muito em função do manejo da cultura antecessora juntamente com a melhor dose de fertilizante nitrogenado (Santos et al., 2013; Lourente et al., 2007). O correto manejo da cultura antecessora varia em função da mesma ser do grupo das gramíneas ou do grupo das leguminosas, da sua relação C/N, produção de massa e épocas de dessecação (Purnomo et al., 2000; Ferreira et al., 2009). O nitrogênio possui função específica nos processos bioquímicos, é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas e clorofila, responsável pela fotossíntese e quando bem manejado tende a aumentar o rendimento da cultura (Santos et al., 2010). Um aspecto interessante é os novos fertilizantes nitrogenados de liberação lenta, que quando associados as diferentes épocas de dessecação da aveia branca podem proporcionar uma boa e adequada disponibilidade de nitrogênio para o milho (Silva et al., 2012). Com a integração desses dois principais fatores o potencial produtivo da cultura do milho é aumentado se bem manejados.

O potencial de produtividade de grãos de milho é determinado pela densidade de plantas, população final de plantas, número de espigas por planta e o número de grãos por espiga (Balbinot jr. et al., 2005; Mondo et al., 2012; Serpa et al., 2012). Esse potencial produtivo é afetado pela cultura antecessora e pela adubação nitrogenada em cobertura. Neste sentido, a época de dessecação da cobertura de solo antecessora no inverno afeta a mineralização do nitrogênio presente na mesma e, conseqüentemente, a deficiência de N na cultura do milho em distintos estádios fenológicos. Diante desse cenário, verifica-se a necessidade de implementação de novas técnicas de monitoramento na fase inicial de desenvolvimento das plantas por meio de sensores ópticos ativos de vegetação, através de leituras de reflectância do dossel e determinação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Desta maneira, é possível estimar o estado nutricional da planta em relação ao N e o potencial produtivo *in-situ*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o emprego de sensor óptico ativo de reflectância como ferramenta para estimar o potencial produtivo da cultura do milho, visando desenvolver modelos para serem empregados na adubação nitrogenada em taxa variável nesta cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul (RS). O campo experimental está situado na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), em uma altitude média de 46 metros acima do nível do mar. O clima é subtropical de verão úmido quente, do tipo Cfa, conforme a classificação de

Koppen (Ipagro, 1979). A precipitação pluvial média anual é de 1440 mm e a temperatura média mensal varia entre 14 e 25°C, entre os meses mais frios e mais quentes (Bergamaschi et al., 2003). As temperaturas médias mensais mais baixas, em torno de 10°C, ocorrem nos meses de junho a julho, enquanto que as temperaturas médias mensais mais altas, em torno de 24°C, ocorrem durante os meses de janeiro e fevereiro (Moreno, 1961). O solo pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008), manejado com sistema plantio direto a 22 anos.

O estudo avaliou diferentes épocas de dessecação da aveia branca antes da semeadura do milho, sendo o experimento composto por seis tratamentos: dessecação da aveia branca aos 45 dias antes da semeadura do milho (DAS), 30 DAS, 15 DAS, dessecação no dia da semeadura (0 DAS), simulação de pastejo e dessecação no dia da semeadura (pastejo), e pousio. O milho foi semeado no sistema de semeadura direta, com auxílio de semeadora manual (saraquá), na densidade de 8 plantas/m² e espaçamento entrelinhas de 0,5 m. O híbrido utilizado foi Status TL TG, da empresa Syngenta Seeds, caracterizado como híbrido simples e de ciclo precoce, com tecnologia Bt e RR. Como fonte de adubação nitrogenada em cobertura foi utilizada a ureia. A adubação de base foi de 30, 120 e 120 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente e a adubação de cobertura foi de 200 kg/ha de uréia com inibidor da enzima urease, parceladas em duas aplicações, nos estádios V₄ (60 kg/ha) e V₇ (140kg/ha), seguindo a recomendação para altos rendimentos.

Para proceder às leituras de reflectância (Índice de vegetação por diferença normalizada - NDVI) na área, utilizou-se o equipamento GreenSeeker, posicionado sobre cada linha das três centrais de cada parcela. As leituras com o sensor de vegetação foram realizadas em diferentes estádios vegetativos segundo a escala fenológica desenvolvida por Ritchie (Ritchie et al., 1993), sendo realizadas em V3, V5, V6, V7 e V8.

As demais práticas culturais foram realizadas de acordo com a necessidade, como a irrigação complementar do milho, que foi estimada pela instalação de sondas no solo para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm, e tratamentos de sementes, pragas, moléstias e plantas daninhas foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas da cultura.

Os dados de NDVI e produtividade foram analisados com o auxílio do programa computacional Statistical Analysis System – SAS 8.0 (SAS INSTITUTE Inc., Cary, North Carolina, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura do milho foram realizadas cinco leituras em estádios fenológicos diferentes. Em cada estágio de desenvolvimento, o potencial produtivo foi relacionado entre os valores de NDVI e de produtividade da cultura do milho quando avaliado por meio de sensor óptico ativo.

Na Figura 1 é apresentada a evolução do NDVI durante os estádios fenológicos da cultura do milho em função de cada época de dessecação da aveia branca. Observou-se que as épocas de dessecação aos 45 dias antes da semeadura do milho (45 DAS), 30 DAS, pousio e na simulação de pastejo apresentaram maiores valores de NDVI, quando comparadas aos tratamentos 15 DAS e 0 DAS. Observou-se que para os tratamentos em que a dessecação da cultura antecessora foi realizada próxima a semeadura, houve redução no crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas, em função da formação de uma barreira física ao desenvolvimento, proporcionada pelos resíduos da cultura antecessora, além de atrasar a mineralização do nitrogênio presente na palhada da aveia branca, em função da elevada relação C/N do resíduo vegetal, acarretando assim a uma imobilização do N, reduzindo o

desenvolvimento e o potencial produtivo do milho (Lourente et al., 2007; fountoura & Bayer, 2009).

Esta deficiência de N refletiu no valor do NDVI, que foi menor nos tratamentos de dessecação aos 15 DAS e no dia da semeadura (0 DAS). Aproximadamente 75% do nitrogênio foliar está integrado nos processos fotossintéticos, sendo essencial a absorção e a assimilação de N no início do desenvolvimento, para maximizar o potencial produtivo da cultura (Huang et al., 2011). Neste caso, para cada estágio fenológico procedeu-se a análise de regressão, com o objetivo de identificar qual o melhor estágio para se estimar o potencial produtivo da cultura do milho.

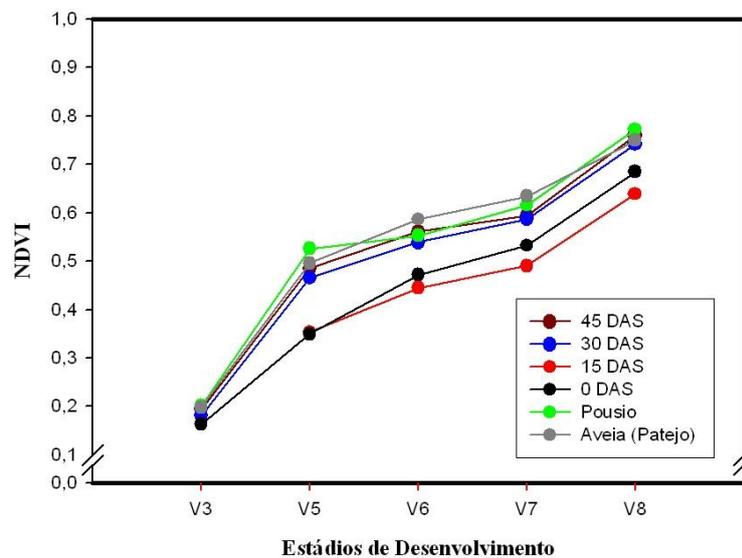


Figura 1. Variação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na cultura do milho em diferentes estádios fenológicos em função da época de dessecação da aveia branca.

Na figura 1, apresentada anteriormente observa-se que logo após a realização da adubação nitrogenada, aplicada nos estádios V4 e V7 houve um aumento significativo no conteúdo do índice de NDVI avaliado, esse efeito pode ser visto nos estádio V5 e V8. Novamente chama-se a atenção o efeito da palhada no início do desenvolvimento da cultura pelo efeito da barreira física e também do uso do nitrogênio aplicado que possivelmente foi utilizado pelos micro-organismos na decomposição da palhada nos tratamentos de 0 e 15 DAS, ocasionando a redução do índice de NDVI.

Os estádios que apresentaram significância para a relação entre NDVI e produtividade são apresentados na Figura 2. No estágio fenológico V7 (sete folhas completamente expandidas) foi observada melhor correlação entre a reflectância do dossel (NDVI) e produtividade de grãos. Isso é devido ao efeito de palhada (superfície de fundo) que aumenta a reflectância no início do desenvolvimento das plantas, em função do baixo índice de área foliar. Com isso, haverá um comportamento semelhante do NDVI a partir do estágio V6 a V8, para todas as épocas de dessecação (Shaver et al., 2011).

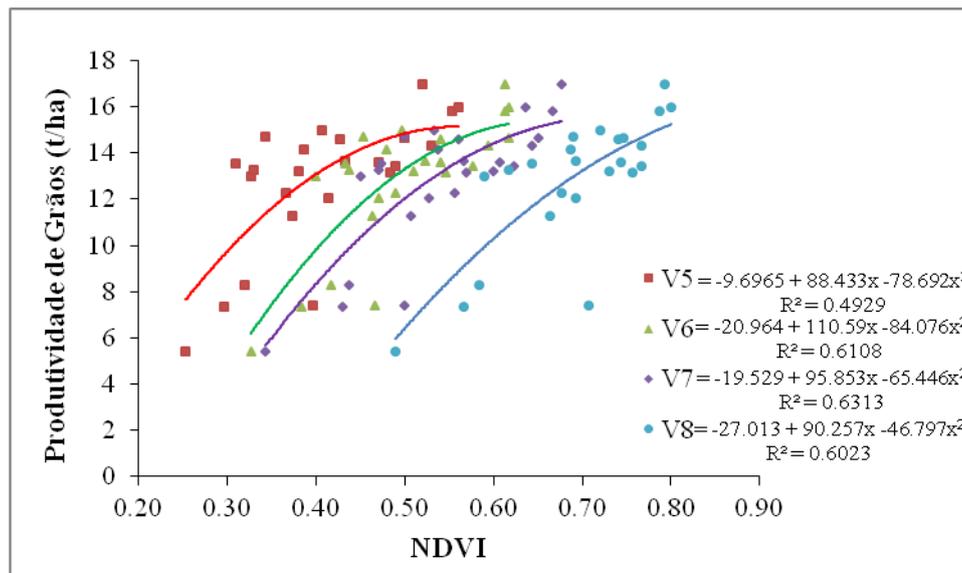


Figura 2. Relação entre o índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) e a produtividade de grãos de milho em diferentes estádios fenológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes épocas de dessecação da aveia branca antes da implantação da cultura do milho em sucessão proporcionaram elevada variabilidade nos valores do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e na produtividade de grãos da cultura.

O estágio fenológico V7 foi o mais adequado para realização da estimativa do potencial produtivo da cultura do milho utilizando sensor ativo de reflectância do dossel.

A utilização do sensor óptico ativo de vegetação é uma ferramenta útil para avaliar e determinar o potencial produtivo da cultura do milho cultivado sobre palhada de aveia branca.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JR., A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; FONSECA, J.A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.11, n. 2, p.161-166, 2005.

BERGAMASCHI, H. et al. *Clima da Estação Experimental da UFRGS e região de abrangência*, Porto Alegre: UFRGS, 2003, 78p.

FERREIRA, A.O.; SÁ, J.C.M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A.G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.2, p. 173-179, 2009.

FOUNTOURA, S.M.V.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1721-1732, 2009.

GRIFO, A.; SILVA, J.M. Análise espacial e temporal da produção de milho. *Revista da Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém*, v.2, p.48-65, 2013.

HUANG, W.; WANG, Z.; HUANG, L.; LAMB, D.W.; MA, Z.; ZHANG, J.; WANG, J.; ZHAO, C. Estimation of vertical distribution of chlorophyll concentration by bi-directional canopy reflectance spectra in winter wheat. *Precision Agriculture*, v. 12, p.165–178, 2011.

HÖRBE, T.A.N.; AMADO, T.J.C.; FERREIRA, A.O.; ALBA, P.J. Optimization of corn plant population according to management zones in Southern Brazil. *Precision Agriculture*, v.14, p.450-465, 2013.

IPAGRO. Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 272p. (Boletim Técnico, 3).

LOURENTE, E.R.P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E.; RODRIGUES, E.T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.29, n.1, p. 55-61, 2007.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Effect of seed vigor on intraspecific competition and grain yield in maize. *Agronomy Journal*, v.105, p.222-228, 2012.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41p., 1961.

PURNOMO, E.; BLACK, A.S.; SMITH, C.J.; CONYERS, M.K. The distribution of net nitrogen mineralization within surface soil. Field studies under a wheat crop. *Australian Journal of Soil Research*, v.38, p.129-140, 2000.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. How a corn plant develops. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

SANTOS, M.M.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, I.R.; MIRANDA, G.V.; FINGER, F.L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p. 1185-1194, 2010.

SANTOS, L.P.D.; AQUINO, L.A.; NUNES, P.H.M.P.; XAVIER, F.O. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p.270-279, 2013.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.

SERPA, M.S.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; VIEIRA, V.M.; MARCHESI, D.R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.4, p.541-549, 2012.

SHAVER, T.M.; KHOSLA, R.; WESTFALL, D.G. Evaluation of two crop canopy sensors for nitrogen variability determination in irrigated maize. *Precision Agriculture*, v.12, p.892-904, 2011.

SILVA, J.R.M.; REBOLLO, F.R.; SOUSA, A.; MESQUITA, P. Yield potential probability maps using the Rasch model. *Biosystems Engineering*, v.111, p.369-380, 2012.