

USO DE SENSOR ATIVO PARA AQUISIÇÃO DO NDVI NA CULTURA DO TRIGO

JUAN JOSE BONNIN¹, PEDRO ANIBAL VERA OJEDA², RUBEN FRANCO IBARS³

¹ Doutor, Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, Fone 595-985-229061, jose.bonnin@hotmail.com

² Mestre, Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, Fone 595-992-686193, pvera@agr.una.py

³ Mestre, Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, Fone 595-971-151445, rubenf27@yahoo.com.mx

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: O investimento em sensores na área de agricultura de precisão está em ascendente expansão, possibilitando o diagnóstico do status nutricional das culturas em tempo real. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho do sensor GreenSeeker®, sob a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (N) na cultura de trigo. A experimentação realizou-se no campo experimental da FCA/UNA, Paraguai. Os tratamentos constituíram-se por doses de N a 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 kg.ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram valores de NDVI em 15, 30, 45 e 60 DAE (Dias após emergência). Verificou-se se os tratamentos conduziram a variações dos valores de NDVI em função da quantidade de N. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos o teste de Tukey ($p < 0,05$) foi aplicado. Detectaram-se diferenças significativas entre as doses estudadas. As doses mais altas de N arrojaram maiores valores NDVI, sobretudo aos 30 DAE, onde se registraram valores de 0,43 a 0,51, indicando que o sensor é capaz de detectar diferenças segundo a disponibilidade de N no solo e que é factível seu uso para gerenciar a fertilização nitrogenada na cultura de trigo.

PALAVRAS-CHAVE: GreenSeeker®, nitrogênio, trigo

SENSOR FOR USE ACTIVE NDVI ACQUISITION IN WHEAT CROP.

ABSTRACT: Investment in sensors in precision farming area is in an upward expansion, enabling diagnosis of the nutritional status of real-time cultures. The objective of this research was to evaluate the performance of GreenSeeker® sensor under the application of different rates of nitrogen (N) in the wheat crop. The trial was held in the experimental field of the FCA/UNA, Paraguay. The treatments were by N at 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 and 210 kg.ha⁻¹. The experimental design was randomized blocks, with eight treatments and four replications. The variables were NDVI values at 15, 30, 45 and 60 DAE (Days after emergence). It has been found that the treatment led to NDVI values of variations in the quantity of N. When there was significant difference between treatments Tukey test ($p < 0.05$) was applied. We detected significant differences between the doses studied. Higher doses of N threw largest NDVI values, especially at 30 DAE, where it recorded values from 0.43 to 0.51, indicating that the sensor is able to detect differences according to availability of N in the soil which is feasible its use to manage nitrogen fertilization on wheat crop.

KEYWORDS: GreenSeeker®, nitrogen, wheat

INTRODUÇÃO:

A eficiência no uso de fertilizantes nitrogenados poderia melhorar, e conseqüentemente, a sustentabilidade da produção agrícola, a través do uso de sensores ópticos, já que o nitrogênio não pode ser recuperado nos cultivos e perde-se na atmosfera como óxido nitroso e óxido nítrico (MATSON et al., 1998), por lixiviação (RILEY et al., 2001) o por escorrimento (BEMAN et al., 2005). WRIGHT et al. (2004) avaliaram diferentes tipos de sensores e equipes alternativos no cultivo de trigo e concluíram que o melhor recurso técnico para a determinação dos valores de refletância foliar e o cálculo do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), foram os sensores ópticos

terrestres em comparação com as imagens aéreas e satelitais. POVH (2007) utilizou um sensor terrestre ativo (GreenSeeker®) em estudos com trigo e observou que as leituras de NDVI apresentaram correlação e regressão significativa, com elevados coeficientes para as variáveis, doses de nitrogênio na semeadura, comprovando o potencial da utilização da ferramenta para aplicação de doses de nitrogênio. No entanto, o autor destacou a importância da calibração do equipamento para diferentes ambientes de cultivo, bem como para cultivares. Estes sensores ópticos provêm informação obtida localmente e de forma rápida mediante determinações terrestres. Alias, pode contribuir na diminuição dos custos de produção, permitindo a aplicação na quantidade exata de fertilizante e a mitigação do estresse no momento apropriado e no lugar correto (VERHULST et al., 2009), reduzindo o gasto supérfluo de insumos agrícolas de alto custo financeiro e ambiental. O Objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho do sensor GreenSeeker®, sob a aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS:

A investigação foi realizada no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção, São Lorenzo, Departamento Central (Paraguai), localizado na latitude Sul 25°20'12" e longitude Oeste 57°31'35" com uma altura de 125 msnm (Datum WGS 84). Foi cultivado trigo (*Triticum aestivum* L.), variedade BRS Tangara, com o objetivo de avaliar um sensor óptico ativo terrestre, da marca Trimble, modelo GreenSeeker® Handheld Crop Sensor, através da determinação dos valores de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), em função de diferentes doses de nitrogênio (N), na forma de ureia, nas quantidades de 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 kg.ha⁻¹, que foram aplicados em faixas laterais no momento da emergência da cultura, numa única oportunidade. A determinação da leitura dos valores de NDVI foi a 0,90 m entre o sensor e o alvo. As leituras dos valores de índice de vegetação por diferença normalizada foram realizadas cada 15, 30, 45 e 60 DAE (Dias após emergência) do cultivo de trigo. Previa à semeadura de trigo, a área experimental foi caracterizada, através de uma amostragem do solo, para a determinação da fertilidade, nas profundidades de 0,0 a 0,20 m, com a finalidade de realizar primeiramente, uma adubação base para uniformizar todas as unidades experimentais. O desenho experimental foi de blocos completos ao azar, com 8 tratamentos e 4 repetições, que foram distribuídas em unidades experimentais, constituídas por 8 linhas da cultura de trigo de 5 m de comprimento, totalizando uma área de 384 m². Ao final do ciclo foram colhidas duas linhas centrais de 5 m por parcela, para determinação da produtividade. As variáveis avaliadas foram submetidas a uma análise de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey a 5% de erro experimental. Posteriormente, foi realizada uma análise de regressão em função das doses de N.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A análise de variância detectou diferenças estadísticas significativas ($p < 0,05$), entre os tratamentos, para os valores NDVI nas avaliações efetuadas a partir dos 15 DAE, com exceção dos valores de NDVI obtidos aos 60 DAE, que não apresentaram diferenças significativas. Na Tabela 1 podem-se observar as comparações das médias pela prova de Tukey a 5% de erro experimental. Para os valores NDVI obtidos, aos 15 DAE do cultivo, a análise de variância detectou diferenças significativas ($p < 0,05$), entre as doses de N de 150 kg.ha⁻¹ e a testemunha, embora esta dose não tenha diferido estatisticamente dos demais tratamentos. Os valores mais elevados registrados na pesquisa de NDVI foram obtidos da leitura realizada aos 30 DAE, onde a maior média foi proporcionada pelo tratamento com as maiores doses de N, com valores de NDVI de 0,43 a 0,51, sem diferir estatisticamente dos outros tratamentos com exceção da testemunha, o qual atingiu um valor de NDVI de 0,31. Com respeito aos resultados obtidos aos 45 DAE, igualmente os valores mais elevados de NDVI foram proporcionados pelo tratamento com maiores doses de N, atingindo valores de 0,39 a 0,40 de NDVI, superando significativamente à testemunha, onde registrou-se um valor de NDVI de 0,28. Sendo assim, é de ressaltar que a partir desta avaliação, os valores de NDVI foram diminuindo para todos os tratamentos avaliados neste trabalho. Nas avaliações efetuadas aos 60 DAE, já não foram registradas diferença estatística entre os tratamentos avaliados, o que pode ser atribuído a que a cultura se dirige para as fases finais de seu ciclo, onde o NDVI é menos sensível a tais padrões espectrais (GIRMA et

al., 2006). Segundo estes resultados podem-se constatar que o comportamento de NDVI variou em função às doses de N aplicados ao solo, devido a que as plantas com baixo conteúdo de N nas folhas sintetizam um baixo teor de clorofila (NOH et al., 2005), embora, observou-se que existem fatores externos que podem inferir nos valores NDVI (POVH et al., 2008), por exemplo a variação gerada pelos espaços que ficam nas entrelinhas devido à refração do solo que é detectado pelo equipamento.

TABELA 1. Valores NDVI obtidos com diferentes doses de fertilização nitrogenada em diferentes períodos de avaliação no cultivo de trigo.

Valores NDVI / Dias após emergência					
N kg.há ⁻¹	15	30	45	60	Produtividade kg.ha ⁻¹
0	0,26 b	0,31 c	0,28 c	0,31	665,63 c
30	0,30 ab	0,35 bc	0,31 bc	0,32	765,63 bc
60	0,33 ab	0,43 ab	0,37 ab	0,31	850,05 bc
90	0,34 ab	0,43 ab	0,37 ab	0,35	925,21 abc
120	0,33 ab	0,47 a	0,40 a	0,34	953,13 abc
150	0,35 a	0,44 ab	0,39 ab	0,34	1.087,50 ab
180	0,32 ab	0,45 ab	0,40 a	0,35	1.156,11 a
210	0,33 ab	0,51 a	0,40 a	0,35	1.165,63 a
Fc*	2,38*	8,82*	7,91*	0,77 ^{ns}	5,04*
CV** (%)	12,10	10,16	10,43	10,79	17,19

Médias com uma letra comum não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

*Fc: F calculada. **CV: Coeficiente de variação

Os resultados obtidos para o rendimento de grãos apresentados na Tabela 1, tem demonstrado que doses crescentes de N promove o incremento da produtividade, embora os baixos valores de produtividade obtidos no campo, não tem superado a média nacional de 1.989 kg.ha⁻¹. Isto pode ser explicado pela falta de chuva nos estádios iniciais da cultura, o que ocasionou o déficit hídrico que prejudicou o desenvolvimento das plantas como assim também, a geada ocorrida no final do emborrachamento. O maior rendimento de grãos foi obtido no tratamento com suplementação de uréia de 210 kg.ha⁻¹, que obteve uma produtividade de 1.165,63 kg.ha⁻¹, não diferindo estatisticamente dos tratamentos que receberam dose de N de 90 a 180 kg.ha⁻¹. Com relação aos valores do CV obtidos na pesquisa, ficaram entre 10,16 a 12,10% em todos os períodos da avaliação, que de acordo à classificação de PIMENTEL-GÓMEZ (1987) pode ser considerado como uma variação média. O autor menciona que se as condições experimentais foram controladas adequadamente, os valores de CV podem variar entre 10 e 20%, quando considerado experimentos a campo. Analisando o comportamento do CV conforme se verifica na Tabela 1, aos 15 DAE foi de 12,10%, logo elevou-se o CV. Esta tendência ocorreu devido a que na avaliação efetuada aos 15 dias, a dose de N aplicado ao solo ainda não foi aproveitada pela planta, considerando sua baixa necessidade nutricional nessa etapa, razão pela qual as plantas ainda não apresentavam variações de massa atribuída às doses de N, porém a interferência causada pelo solo foi similar para todos os tratamentos. Posteriormente, as maiores doses de N começaram a proporcionar maior crescimento de plantas, o qual gerou variações na leitura devido a interferências causadas pela refração do solo. Na medida em que avança o ciclo do cultivo, as plantas vão cobrindo a superfície do solo, diminuindo a interferência por este fator. Igualmente, é importante considerar que no período de experimentação, a distribuição de chuvas não foi uniforme, o que poderia ter afetado os valores de NDVI obtidos. Na Figura 1 é apresentada a análise de regressão realizada sobre os valores de NDVI obtidos a 15, 30, 45 e 60 DAE da cultura de trigo. Os resultados indicaram que existe uma tendência de aumento do valor de NDVI em função às doses aplicadas ao cultivo, que vá incrementando-se. Os valores mais altos de NDVI obtiveram-se nas avaliações realizadas aos 30 e 45 DAE, apresentando-se uma regressão polinomial entre o NDVI e as doses de N, aplicadas no momento da semeadura do trigo, com R² de 0,86 e 0,74 respetivamente.

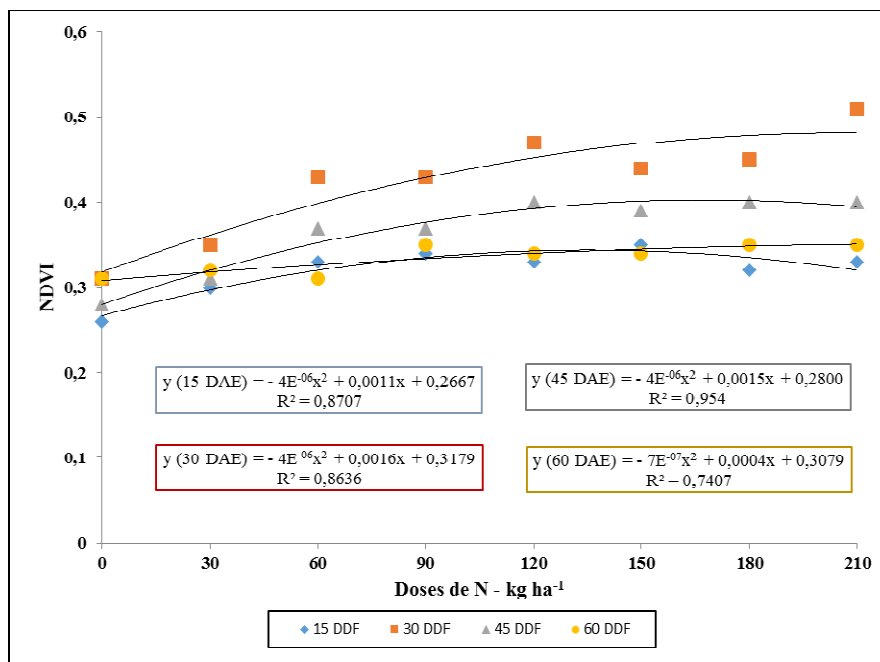


FIGURA 1. Análise de regressão entre as doses de nitrogênio aplicado no momento da semeadura e os valores de NDVI a diferentes dias de avaliação.

CONCLUSÕES:

Detectaram-se diferenças significativas entre as doses estudadas. As doses mais altas de N arrojaram maiores valores NDVI, sobretudo aos 30 DAE, onde se registraram valores de 0,43 a 0,51, indicando que o sensor é capaz de detectar diferenças segundo a disponibilidade de N no solo e que é factível seu uso para gerenciar a fertilização nitrogenada na cultura de trigo.

REFERÊNCIAS:

- BEMAN, J. M., ARRIGO, K. R. and MATSON, P. A. Agricultural runoff fuels large phytoplankton blooms in vulnerable areas of the ocean. **Nature** 434: 211-214. 2005
- GIRMA, K., MARTIN, K. L. And ANDERSON, D. B. Mid-season prediction of wheat grain yield potential using plant, soil, and sensor measurements. **J. Plant Nutr.**: 29:873-897. 2006
- MATSON, P. A., NAYLOR, R. and OTRIZ-MONASTERIO, I. Integration of environmental, agronomic, and economic aspects of fertilizer management. **Science** 280: 112-115. 1998.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 15 eds., Fealq, São Paulo, 2009.
- POVH, F. P. **Utilização de sensor ótico ativo em culturas de cereais.** Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- POVH, Fabrício Pinheiro et al. Comportamento do NDVI obtido por sensor ótico ativo em cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1075-1083, 2008.
- RILEY, W. J., OTRIZ-MONASTERIO, I. and MATSON, P. A. Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite and ammonium levels under differing fertilizer management in an irrigated wheat system in northern Mexico. **Nutr. Cycling Agroeco.** 61: 223-236. 2001.
- VERHULST, N., GOVAERTS, B., SAYRE, K. D., DECKERS, J., DENDOOVEN, L. Using NDVI and soil quality analysis to assess influence of agronomic management on within-plot spatial variability and factors limiting production. **Plant & Soil** 317:41-59. 2009
- WRIGHT, D. L.; RASMUSSEN, V. P.; RANSEY, R. D.; BAKER, D. J.; ELLSWORTH, J. W. Canopy reflectance estimation of wheat nitrogen content for grain protein management. **GIS Science and Remote Sensing**, v.41, n.4, p.287-300, 2004.