



NDVI como ferramenta para ajustar a adubação nitrogenada na cultura do milho

Drum, M.A.⁴; Vian, A.L.¹; Bredemeier, C.²; Trentin, C.¹; Silva, J.A.⁴; Giordano, C.P.S¹; Santos, F.L³

Introdução

O ajuste da adubação nitrogenada é uma das formas de se reduzir as perdas de nitrogênio (N) e aplicar, de forma precisa, a demanda de N necessária pela cultura do milho. Este elemento pode ser facilmente perdido tanto por lixiviação quanto por volatilização, reduzindo drasticamente a eficiência do fertilizante aplicado. Desta maneira, a utilização de práticas mais precisas de recomendação de adubação nitrogenada, diferente das tradicionais utilizadas atualmente, são necessárias.

No estado do Rio Grande do Sul, a recomendação da quantidade de fertilizante nitrogenado a ser aplicado é baseada no teor de matéria orgânica do solo, na cultura antecessora e na expectativa de rendimento da cultura (Comissão..., 2016). Estes indicadores são pouco precisos, porém devido à facilidade da recomendação por estes parâmetros e a ampla difusão entre os profissionais da área utiliza-se esses fatores para definir a dose de fertilizante a ser aplicada. Entretanto, reconhecendo a variabilidade espacial dentro de uma lavoura e, agrupando as plantas de acordo com a demanda por nutriente, há partes da lavoura onde a demanda será superior a recomendação tradicional e neste caso a quantidade aplicada será insuficiente, bem como em outras partes a demanda será inferior à quantidade aplicada, resultando em um excedente que será perdido.

Uma alternativa é recomendar a adubação nitrogenada durante o ciclo de desenvolvimento da cultura de acordo com a variabilidade espacial da lavoura. A aplicação de doses variáveis de fertilizantes nitrogenados em áreas espacialmente variáveis contribui para o aumento da eficiência de uso do N (RAUN et al., 2002). Através do sensoriamento remoto é possível realizar o monitoramento do crescimento e desenvolvimento da cultura em função da variação do teor de clorofila na folha e da quantidade de biomassa vegetal da parte aérea. Um índice de vegetação amplamente utilizado para nesta função é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o qual pode ser empregado para a identificação da variabilidade espacial da produção de biomassa vegetal através da reflectância do dossel.

Assim, o objetivo do trabalho foi utilizar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), medido por sensor ativo de vegetação, como ferramenta para realizar a adubação nitrogenada em cobertura na taxa variada em tempo real na cultura do milho.

Material e Métodos

O experimento a campo foi conduzido na safra 2015/2016 na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS). A EEA/UFRGS está situada na região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (RS), com altitude média de 46 metros acima do nível do mar. O clima da região é subtropical úmido de verão quente, do tipo Cfa, conforme classificação climática de Koeppen. A precipitação pluvial média anual em Eldorado do Sul (RS) é de 1440 mm e a temperatura média mensal varia entre 14 e 25°C, entre o mês mais frio e o mais quente (Bergamaschi et al., 2003). O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos utilizados para gerar variabilidade no crescimento das plantas constaram de seis doses de nitrogênio (base) (0, 50, 100, 150, 200 e 300 kg de N ha⁻¹), aplicadas no estágio V₃ (três folhas completamente expandidas), da escala de Ritchie et al. (1993). Para realizar a recomendação da adubação nitrogenada em cobertura no estágio V₉ e verificar a relação entre o rendimento de grãos e o desenvolvimento das plantas em diferentes estádios vegetativos, realizou-se leitura da reflectância do dossel utilizando sensor óptico ativo de vegetação (Greenseeker), o qual fornece o valor do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). As leituras foram realizadas com o equipamento posicionado, sobre as linhas centrais da cultura, 1,0 m acima do dossel. Posteriormente, foram

¹ Acadêmico de Pós-Graduação em Fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS; andre.vian@ufrgs.br; andreluivian@hotmail.com. ² Professor Dr. Faculdade de agronomia – Universidade Federal do rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS; ³ Acadêmico de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal do rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS; ⁴ Acadêmicos do curso de Agronomia; Universidade Federal do rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS.

determinados os valores de suficiência de nitrogênio para cada parcela. Estes valores de suficiência (expressos em porcentagem) foram classificados em classes de aplicação de N, de acordo com a demanda nutricional das plantas. As classes utilizadas foram derivadas da dose referência de 150 kg ha^{-1} de N em cobertura. As classes de suficiência foram: $>95\%$ - não aplica; $85-95\%$, aplica 25% da dose; $75-85\%$, aplica 50% da dose; $65-75\%$, aplica 75% da dose e $<65\%$, aplica 100% da dose. Ao final do experimento foi avaliado o rendimento de grãos, determinado pela colheita de grãos na área útil da parcela, constituída das linhas centrais com seis metros de comprimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, com auxílio do pacote estatístico SASTM (Statistical Analysis System - SAS 8.0). Posteriormente foi realizada análise de regressão.

Resultados e discussão

O rendimento médio de grãos do experimento foi de 6 t ha^{-1} . Tal rendimento foi abaixo do esperado, devido a deficiência hídrica ocorrida aos 15 dias antes e 15 dias depois do florescimento, período crítico para a cultura.

Os valores de NDVI foram aumentando nos estádios vegetativos avaliados (V_5 , V_6 , V_9 e V_{10}), conforme o desenvolvimento das plantas. Com o desenvolvimento da cultura, as correlações entre rendimento de grãos e NDVI também aumentaram, pois a superfície de fundo (solo e resíduos vegetais) passaram a ter menor efeito sobre as leituras do NDVI (DALMOLIN et al., 2005). O estágio V_5 não apresentou relação com o rendimento de grãos. Já os demais estádios apresentaram relação direta com o rendimento, sendo o coeficiente de determinação de 0,30 e 0,70 para os estádios V_6 e V_9 respectivamente (Figuras 1 e 2).

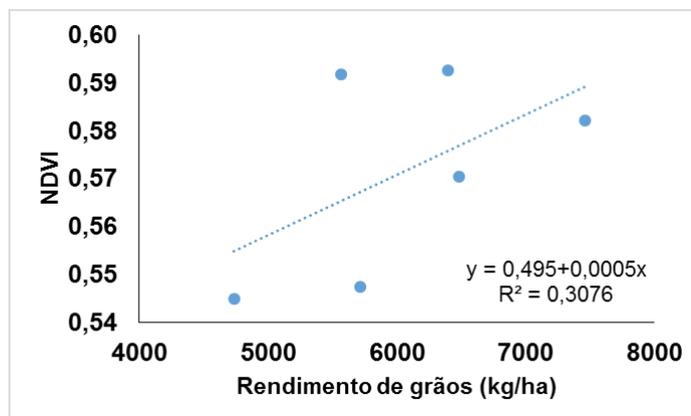


Figura 1. Relação entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e rendimento de grãos, no estágio V_6 da cultura do milho. Eldorado do Sul/RS, 2016.

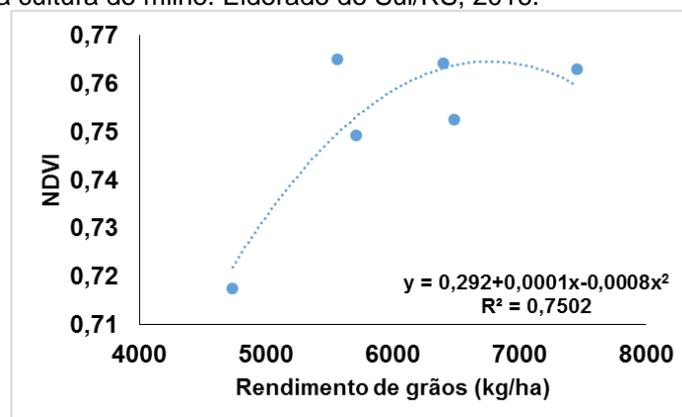


Figura 2. Relação entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e rendimento de grãos, no estágio V_9 da cultura do milho. Eldorado do Sul/RS, 2016.

A recomendação da adubação realizada pelo algoritmo, aplicado pelo sensor, apresentou incremento de rendimento de grãos nos tratamentos que receberam adubação de cobertura, apresentando incremento de 23,39%, 10,19% e 2,76% na dose de 0, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N na base, respectivamente. Sendo assim, o algoritmo reconheceu a variabilidade existente e ajustou adequadamente a adubação.

Para todas as doses de cobertura a classe de suficiência de N foi a 85-95%, desta forma, foi aplicado apenas 25% da dose referência (150 kg ha⁻¹)

Quando avaliado o estágio V₁₀, observou-se coeficiente de determinação de 0,85 nos tratamentos que não receberam adubação e de 0,95 para os tratamentos que receberam adubação de cobertura. A recomendação de adubação nitrogenada no estágio V₉, realizada com base nas leituras de NDVI, apresentou incremento de rendimento de grãos nos tratamentos que demandaram adubação de cobertura. Os resultados mostraram que o sensor óptico ativo pode ser utilizado para aplicações de adubação nitrogenada em cobertura mais precisa e racional, otimizando as respostas do rendimento de grãos e evitando a aplicação de sub ou superdoses de N em cobertura.

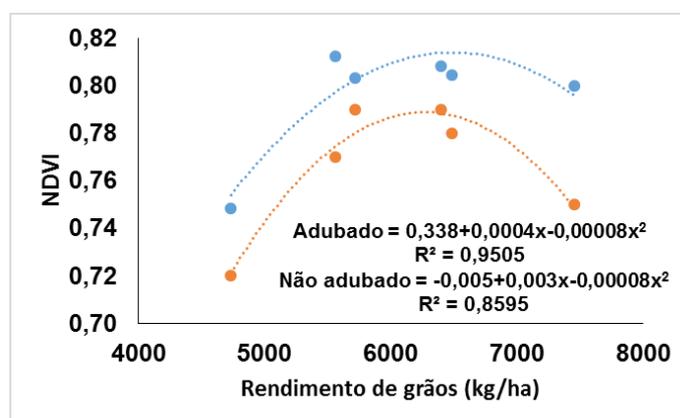


Figura 3. Relação entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e rendimento de grãos, no estágio V₁₀ da cultura do milho (Azul = Adubado pelo sensor, Laranja = não adubado). Eldorado do Sul/RS, 2016.

Conclusão

A recomendação de adubação nitrogenada no estágio V₉, realizada com base nas leituras de NDVI, apresentou incremento de rendimento de grãos nos tratamentos que demandaram adubação de cobertura. Os resultados mostraram que o sensor óptico ativo pode ser utilizado para aplicações de adubação nitrogenada em cobertura em milho em tempo real, com aumento no rendimento de grãos e redução da quantidade de nitrogênio aplicado.

Referências

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da estação experimental da UFRGS e região de abrangência.** Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11. Ed. 2016. 376p.

DALMOLIN, R.S.D. et al. **Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral.** Ciência Rural, v.35, n.2, p.481- 489, 2005.



RAUN, W.R. et al. **Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application.** Agronomy Journal, v.94, n.4, p.815-820, 2002.

RITCHIE, S.W. *et al.* **How a corn plant develops.** Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p.

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