

MODELO PARA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM TAXA VARIÁVEL NA CULTURA DO TRIGO BASEADO EM NDVI

Maicon Andreo Drum^{1(*)}, Christian Bredemeier¹, André Luis Vian¹ e João Leonardo Fernandes Pires²

¹Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. (*)Autor para correspondência: maicon.a.drum@gmail.com

²Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 3081, CEP 99050-970 Passo Fundo, RS.

O nitrogênio (N) é o elemento mais demandado pela planta de trigo, sendo a adequada disponibilidade deste nutriente fator determinante para potencializar o rendimento da cultura (BOSCHINI et al., 2011; DE BONA et al., 2016). De acordo com Artuzo et al. (2017), a redução dos impactos ambientais envolvendo o uso de fertilizantes é verificada em áreas manejadas com agricultura de precisão, além de promover incremento na produtividade das culturas. Neste cenário, leituras do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) durante o ciclo da cultura do trigo apresentam potencialidade para identificar variações no acúmulo de matéria seca e teor foliar de N (RISSINI et al., 2015; VIAN et al., 2018), sendo possível gerar modelos para a estimativa desses atributos.

Com a ascensão no desenvolvimento de novas metodologias de recomendação de adubação nitrogenada, objetivou-se com este trabalho desenvolver um modelo geral para orientar a aplicação de nitrogênio na cultura do trigo baseado no índice de vegetação por diferença normalizada.

Os experimentos a campo foram conduzidos em cinco anos agrícolas (2015, 2016, 2017, 2018 e 2019), em dois locais no estado do RS (Coxilha/RS e Eldorado do Sul/RS). O município de Coxilha está situado na região fisiográfica do Planalto Médio do RS, pertencente a Região Homogênea de Adaptação de Cultivares 1 (RHACT 1), considerada fria e úmida. O município de Eldorado do Sul está situado na região fisiográfica da Depressão Central do RS, pertencente a RHACT 2, considerada moderadamente quente e úmida. As áreas experimentais apresentam solos classificados como Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Coxilha/RS) e Argissolo Vermelho Distrófico típico (Eldorado do Sul/RS) (STRECK et al., 2018).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes cultivares de trigo e doses de nitrogênio aplicadas na emergência das plantas (Tabela

1), na forma de ureia com inibidor de urease (45% de N), com o intuito de criar variabilidade inicial no crescimento das plantas, na tentativa de reproduzir a variabilidade especial encontrada em lavouras comerciais. Em todos os experimentos, a cultura antecessora ao trigo foi a soja, sendo a semeadura do trigo realizada na densidade de 330 sementes aptas m⁻². A adubação na semeadura (P₂O₅ e K₂O) foi realizada de acordo com análise química do solo de cada local de cultivo, seguindo as recomendações técnicas da cultura para potencial produtivo de 5 t ha⁻¹ (CUNHA; CAIERÃO, 2014).

A unidade experimental foi constituída de dez linhas de três metros de comprimento e com espaçamento entre linhas de 0,17 m, totalizando 5,1 m². Por ocasião da emissão da sexta folha completamente expandida no colmo principal, momento preconizado para adubação nitrogenada em cobertura, realizou-se a avaliação do acúmulo de biomassa seca e teor de N na parte aérea e a avaliação da reflectância do dossel, através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), com auxílio do sensor óptico ativo Greenseeker[®]. Para cada experimento (ano agrícola e local de cultivo), realizou-se a análise de variância pelo Teste F ($p < 0,05$). Os valores de biomassa seca e quantidade de N acumulado na parte aérea e NDVI foram normalizados, em relação aos valores médios do experimento, para permitir que os dados fossem submetidos a análises de regressão únicas. Sobre as regressões foram determinados valores críticos que, posteriormente, foram utilizados na geração de classes de desenvolvimento da cultura em relação a resposta às doses de N utilizadas.

As doses de nitrogênio (N) aplicadas na emergência das plantas foram eficientes em criar variabilidade na disponibilidade de N no início do período vegetativo da cultura, resultando em diferenças significativas nas variáveis analisadas no estágio de seis folhas completamente expandidas. Tais variações de doses de N alteraram a dinâmica de produção de biomassa, e, por sua vez, a reflectância do dossel (Figura 1a) e o acúmulo de N na parte aérea (Figura 1b). Embora os valores de NDVI expressem relação linear com a produção de biomassa e N acumulado, seus valores absolutos apresentaram resposta variável às doses de N entre os experimentos. Uma alternativa para reduzir tais efeitos de variação entre os valores observados é através da normalização dos dados com base no valor médio do experimento, permitindo que diferentes áreas sejam analisadas em conjunto (AMARAL et al., 2015). Após a normalização dos dados, verificou-se similaridade entre os experimentos na relação

entre o NDVI e as doses de N aplicadas (Figura 2). Visando obter um modelo geral para orientar o ajuste da adubação nitrogenada, os dados de biomassa e N acumulado também foram normalizados, utilizando os valores médios de cada experimento. Desta forma, os limites críticos de NDVI normalizado foram definidos com base na sua relação com a quantidade de biomassa e N acumulado na parte aérea, em resposta às doses de N aplicadas na emergência das plantas. Assim, no modelo proposto são definidas zonas críticas de desenvolvimento e acúmulo de N, sendo determinadas as seguintes classes de NDVI normalizado: “baixa” (<90%), “média” (90 a 110%) e “alta” (>110%).

Considerando as interações do N com o ambiente de produção, ao estimar a variabilidade espacial através do NDVI normalizado pela média da lavoura, no estágio de seis folhas expandidas, a redistribuição da dose de N pode ser realizada de acordo com as classes apresentadas, evitando o déficit de N em regiões da lavoura com menor desenvolvimento (“baixa”) ou o excesso de N em regiões com elevada quantidade absorvida (“alta”), mantendo a dose definida pelas recomendações técnicas da cultura na classe intermediária (“média”)

A abordagem proposta neste trabalho define um modelo geral que se mostrou eficiente na classificação da variabilidade no crescimento das plantas entre diferentes genótipos e condições edafo-climáticas dos locais de cultivo analisados, estabelecendo critérios para futuros trabalhos de aplicação de adubação nitrogenada em cobertura em taxa variável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. R.; MOLIN, J. P.; SCHEPERS, J. S. Algorithm for Variable-Rate Nitrogen Application in Sugarcane Based on Active Crop Canopy Sensor. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 4, p. 1513-1523, 2015.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. da. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 29, 2017.

BOSCHINI, A. P. M. et al. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.450–457, 2011.

DE BONA, F. D.; DE MORI, C.; WIETHÖLTER. S. Manejo nutricional da cultura do trigo. *Informações Agronômicas – IPNI*, n.15, 2016.

CUNHA, G. R.; CAIERÃO, E. 2014. **Informações técnicas para trigo e triticales - safra 2015**. VIII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Brasília, DF: Embrapa, 229 p.

VIAN, A.L. et al. Nitrogen management in wheat based on the normalized difference vegetation index (NDVI). **Ciência Rural**, v. 48, n. 9, p. 1-9, 2018.

RISSINI, A. L.; KAWAKAMI, J; GENÚ, A. M. Índice de Vegetação por diferença normalizada e produtividade de cultivares de trigo submetidas a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39:1703-1713, 2015.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. 2018. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 252 p.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, de acordo com o ano e local de cultivo.

Ano	Local	Cultivar	Dose de nitrogênio na semeadura (kg ha ⁻¹)
2015	Eldorado do Sul (RS)	TBIO Toruk	Sem N, 20, 40 e 60
		TBIO Sintonia	
		TBIO Sinuelo	
2016	Eldorado do Sul (RS)	BRS Parrudo	Sem N, 15, 30, 45 e 60
		TBIO Sossego	
2017	Coxilha (RS) e Eldorado do Sul (RS)	BRS Parrudo	Sem N, 15, 30, 45 e 60
		TBIO Sossego	
2018	Coxilha (RS) e Eldorado do Sul (RS)	TBIO Sossego	Sem N, 15, 30, 45 e 60
		TBIO Sossego	
2019	Coxilha (RS)	BRS Parrudo	Sem N, 15, 30, 45 e 60
		TBIO Sossego	
	Eldorado do Sul (RS)	BRS Parrudo	Sem N, 15, 30, 45 e 60
		TBIO Toruk	

Figura 1. Relação entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (a) e nitrogênio acumulado na parte aérea (b), avaliado no estágio de seis folhas expandidas, em função de doses de nitrogênio aplicado na emergência das plantas de trigo.

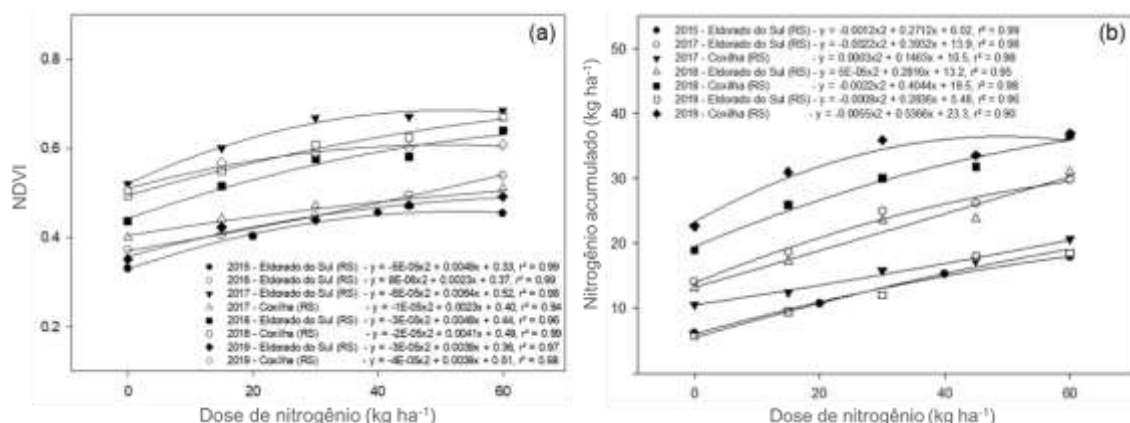


Figura 2. Relação entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), normalizado utilizando os valores médios de cada experimento, avaliado no estágio de seis folhas expandidas, em função de doses de nitrogênio aplicado na emergência das plantas de trigo.

