

MODELAGEM DA DOSE DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO A PARTIR DE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

Gislaine A. TOLEDO¹; Gabriela N. LIMA²; Cleber K. SOUZA³

RESUMO

O Vigor vegetativo é um parâmetro que apresenta relação com a nutrição e correlaciona-se com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Este índice fornece informações que auxiliam no monitoramento de lavouras e em tomadas de decisões. Sendo assim, com o objetivo de estabelecer um valor de referência de NDVI para cultura do feijoeiro e correlacioná-lo com as doses de Nitrogênio em cobertura, foi instalado um ensaio no IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. O Experimento foi constituído de sete doses de Nitrogênio em cobertura (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹) sendo parceladas em duas vezes, 50% aos 20 dias após emergência e o restante aos 30 dias após emergência. Foram determinados os valores de NDVI e a produtividade. Modelos de regressões foram ajustados para melhor representarem o comportamento da planta em função das doses de nitrogênio e de NDVI. A dose de 80 kg ha⁻¹ de N proporcionou a maior produtividade a partir da qual os valores de NDVI estabilizaram. O modelo que melhor estima a dose de nitrogênio em função da produtividade esperada e dos valores de NDVI é Dose (kg ha⁻¹ N) = -11,0478+0,03337Prod-47,7262NDVI.

Palavras-chave: Adubação; Reflectância; Sensoriamento.

1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias na agricultura tem crescido ao longo dos anos tornando a agricultura cada vez mais eficiente, sustentável e competitiva. Neste sentido, o aumento da produtividade torna-se um fator primordial a ser alcançado pelos produtores.

A eficiência das adubações nitrogenadas nas culturas depende de uma série de fatores que vão desde as condições climáticas até as reais necessidades da cultura. Para minimizar essa variação, tem surgido ferramentas capazes de identificar, em tempo real, a demanda das lavouras que permite a quantificar a exigência nutricional, sendo esta quantificação o principal desafio da agricultura (BREDEMEIER, 1999).

Uma alternativa é o uso de sensores de vegetação pois permitem agilidade na tomada de decisão, sendo possível uma correção da deficiência nutricional, especificamente a de nitrogênio (LOFTON et al., 2012). Neste sentido, é importante a busca por valores de referência desses índices para as principais culturas, sendo possível uso de modelos mais assertivos para recomendação de fertilizantes nitrogenados.

Portanto, o objetivo deste trabalho é elaborar um modelo a partir do índice de vegetação por diferença normalizada e produtividade para adubação nitrogenada em cobertura para o feijoeiro.

¹Bolsista PIBIC/NIPE, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: gislaine.toledo@alunos.ifsuldeminas.edu.br

²Discente do curso de Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: gabriela.lima@alunos.ifsuldeminas.edu.br

³Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: cleber.souza@ifsuldeminas.edu.br

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Escola-Fazenda do IFSULDEMINAS - *Campus Inconfidentes*. O município tem altitude de 940 m e localiza-se em latitude 22°18'47'' Sul e longitude 46°19'54,9'' Oeste (FAO, 1985), com temperatura média anual de 19,3 °C e precipitação de 1411 mm.

Foi utilizado a cultivar BRS Estilo plantada no espaçamento de 0,50 m entre linhas com uma densidade de plantio de 15 sementes por metro. Esta cultivar tem por característica alto potencial produtivo e excelente qualidade comercial.

O ensaio foi instalado em blocos casualizados com sete tratamentos (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 kg ha⁻¹ de Nitrogênio em cobertura) e quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de plantio com 4 metros cada. Foram considerados como bordadura as duas linhas laterais e 50 cm do início e fim de cada linha de plantio.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com o proposto por Chagas et al. (1999) para o nível tecnológico 4, sendo 40 kg ha⁻¹ de N e, as doses de P₂O₅ e K₂O, foram de acordo com a interpretação da análise de solo.

Foi determinado o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) com auxílio de um sensor portátil, modelo GreenSeeker, semanalmente, até o início do estágio fenológico R8 (enchimento de grão).

Por ocasião da maturidade fisiológica, foi determinada a população de plantas por hectare de cada parcela. A produtividade de grãos foi calculada colhendo-se as duas linhas centrais, desconsiderando 0,5 m de cada extremidade, padronizando a umidade em 13%.

Para verificar a normalidade e homogeneidade de variância, os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, em seguida, à análise de variância ($p < 0,05$). Quando detectada diferença entre os tratamentos as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott. Os efeitos das doses de Nitrogênio foram avaliados por análise de regressão, onde os modelos testados foram os lineares e não lineares, sendo escolhido o modelo que apresentou significância pelo teste F a 5% e maior coeficiente de determinação. As análises foram realizadas por meio do RStudio (TEAM, 2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios para as diferentes variáveis estudadas. Nota-se que houve efeito significativo entre os tratamentos testados. Para todas as variáveis, a melhor dose foi a de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Observamos também que doses a partir de 60 kg ha⁻¹ obtivemos um maior número de semente por vagem e grãos com maiores massa. Porém, a maior produtividade foi alcançada com 80 kg ha⁻¹, a partir do qual observa-se os melhores índice de vegetação (NDVI).

Tabela 1 - Valores médios para altura de planta, número de vagem, número de semente por vagem, massa de 1000 grãos, NDVI e produtividade do feijoeiro, submetido a sete doses de N em cobertura. Inconfidentes, MG, 2024.

Dose kg ha ⁻¹ N	Altura de Planta (cm)	Número de Vagem	Sementes por vagem	Massa de 1000 grãos (g)	NDVI	Produtividade kg ha ⁻¹
0	36,25 f	2,65 d	2,80 b	193,61 c	0,40 e	400,00 d
20	41,50 e	3,95 c	3,58 b	222,02 b	0,47 d	874,25 d
40	48,25 d	6,35 b	4,10 b	233,24 b	0,56 c	1733,50 c
60	54,00 c	6,95 b	4,80 a	270,02 a	0,62 b	2509,25 b
80	66,50 a	8,78 a	5,95 a	267,61 a	0,73 a	3907,75 a
100	61,00 b	7,78 a	5,60 a	269,53 a	0,72 a	3263,75 b
120	56,25 c	8,05 a	5,30 a	263,60 a	0,72 a	3140,00 b
Média	51,96	6,36	4,59	245,66	0,60	2261,21
CV (%)	6,27	13,11	20,06	4,00	4,46	20,58

Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não são estatisticamente diferentes pelo teste de Scott Knott.

Características agrônômica são bons indicadores de desenvolvimento vegetal, sendo assim, cabe ressaltar que em campo produtivo, espera-se alcançar produtividades que possam dar retorno econômico ao produtor ou que seja perceptível a eficiência da adubação nitrogenada em cobertura.

A partir dos valores das diferentes produtividades e valores de NDVI encontrados durante a condução do experimento foi possível ajustar um modelo que melhor explicasse a adubação nitrogenada em cobertura por meio de ajuste de uma regressão múltipla (Tabelas 2, 3 e 4)

Na Tabela 2, podemos observar que há evidências estatísticas (F de significação) que pelo menos uma das variáveis (produtividade ou NDVI) teve influência significativa na dose de nitrogênio a ser aplicado em cobertura na cultura do feijoeiro, deste modo, pode-se utilizar o modelo ajustado para este fim.

Tabela 2 - Quadro de análise de variância da regressão múltipla

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	2	12450,50033	6225,250166	21,99255205	1,92492E-05
Resíduo	17	4812,049668	283,0617452		
Total	19	17262,55			

De acordo com o quadro de análise de variância para o modelo ajustado (Tabela 3) podemos observar que as variáveis produtividade (PROD) e NDVI apresentam boa relação (valor p < 0,05) com a dose de nitrogênio a ser aplicado em cobertura.

Analisando os coeficientes ajustados ao modelo (Tabela 3), podemos observar que há uma relação direta entre a produtividade esperada e as doses de nitrogênio e inversa entre os valores de NDVI, deste modo, quanto maior for a produtividade esperada maiores serão as doses e quanto menores forem os valores de NDVI maiores serão as doses de nitrogênio a ser aplicado em cobertura.

Ao analisarmos o coeficiente de determinação (Tabela 4) temos a indicação da porcentagem da variação da recomendação, ou seja, quantos porcentos o modelo ajustado conseguiu estimar. Neste caso, tivemos uma estimativa da recomendação de aproximadamente 72% a partir do modelo que, segundo Quirino (1991), é considerado um modelo útil ao nível de significância de 5%.

Tabela 3 - Quadro de análise de variância do modelo ajustado

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção	-11,0478	17,7717	-0,62165	0,542416
Prod	0,03337	0,00541	6,16705	1,033E-05
NDVI	-47,7262	19,5617	-2,43977	0,025947

Tabela 4 - Resultado da Regressão

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,8492
R-Quadrado	0,7212
R-quadrado ajustado	0,6884
Erro padrão	16,82
Observações	20

5. CONCLUSÃO

- A maior produtividade foi observada com a dose de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura;
- A partir de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio, não houve efeito significativo nos valores de NDVI;
- O modelo ajustado para recomendação de Nitrogênio em cobertura para cultura do feijão é “Dose (kg ha⁻¹ N) = - 11,0478 + 0,03337Prod - 47,7262NDVI”.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes pelo apoio durante a execução do experimento, ao NIPE – *Campus* Inconfidentes pela concessão da bolsa de iniciação científica e ao Grupo de Estudo, Pesquisa, Extensão e Inovação em Solos e Agricultura de precisão (GEPEI – Solos e Agricultura de precisão).

REFERÊNCIAS

BREDEMEIER, C. Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia. 1999. 101f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

LOFTON, J. et al. Estimating sugarcane yield potential using an in-season determination of normalized difference vegetative index. *Sensors*, v.12, n.6, p.7529-7547,2012.

QUININO, R. C.; REIS, E. A.; BESSEGATO, L. F. O Coeficiente de Determinação R² como Instrumento Didático para Avaliar a Utilidade de um Modelo de Regressão Linear Múltipla. Belo Horizonte: UFMG. 14p. 1991.

TEAM, R. CORE (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.