

AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SUCESSÃO A ESPÉCIES DE ADUBOS VERDE E DOSES DE NITROGÊNIO

Autores: Jean Carlos WILLEMANN⁽¹⁾; Romano Roberto VALICHESKI⁽²⁾; Sidinei L. Klöckner STÜRMER⁽²⁾.

Identificação autores: ¹ Bolsista PIBITI/CNPq – Acadêmico de Agronomia; ² Orientador IFC-Campus Rio do Sul.

RESUMO

Buscando avaliar a resposta e o suprimento de N para a cultura do milho em função da adubação nitrogenada realizou-se o experimento com diferentes doses de nitrogênio em sucessão a espécies de plantas de cobertura. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, no esquema fatorial com parcelas subdivididas e quatro repetições. Com o incremento da dose de N houve comportamento linear para o teor de N na folha e quadrático para o índice SPAD, indicando-se mais eficiente na determinação da produtividade. A dose de 236 kg de N por hectare correlacionada ao índice SPAD de 53,4 levaram a máxima produtividade.

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O predomínio de pequenas propriedades em SC reforça a necessidade da implantação de sistemas conservacionistas de manejo do solo, onde o uso de palhada é muito importante, visando com o tempo melhorar as propriedades físicas e químicas do solo (Rosetti e Centurion, 2015).

Uma prática comum é o uso de plantas de cobertura como adubação verde no período de hibernar, uma vez que nesta época o solo fica ocioso (Valicheski, et al. 2012), pois normalmente as culturas de interesse econômico são cultivadas em primavera/verão, com destaque para milho. As espécies mais usadas neste tipo de manejo são azevém (*Lolium multiflorum*), aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*).

O uso de adubação verde pode promover suprimento de nitrogênio (N) para as plantas. As leguminosas, por se associarem de forma simbiótica com bactérias fixadoras de N, podem, em alguns casos, suprir todo o N necessário para obter produtividade de milho superior a 6.000 kg ha⁻¹ (Saganfredo, 1995). O milho exige grandes quantidades de N, sendo este, entre os elementos essenciais, o mais limitante para a cultura, uma vez que sua deficiência pode reduzir o rendimento dos grãos (Rambo et al., 2011). Desta forma, tem-se buscado indicadores que otimizem a quantidade de N a ser aplicada, tais como teor relativo de clorofila na folha (Rambo et al., 2011), teor de N na folha índice (França et al., 2011) teor de clorofila - índice SPAD (Jordão et al., 2010). Destes, tem-se dedicado esforços para padronização de métodos que permitem a obtenção de valores indiretos com o uso de clorofilômetros por serem não destrutivos, rápidos e simples (Balasubramanian et al., 2000). Deste modo este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes espécies de adubação verde e de doses de nitrogênio

no teor de clorofila (índice SPAD) e de nitrogênio na folha índice e correlacioná-los com a produtividade de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul-SC. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com 4 repetições. Nas parcelas foram alocadas às espécies de plantas de cobertura (ervilhaca, nabo forrageiro, aveia-preta, azevém e pousio) e nas subparcelas as doses de N (0, 70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹).

A semeadura das espécies de adubos verde foi realizada em 14/06/2016, sendo distribuídos 65 kg ha⁻¹ de sementes de aveia preta, 25 kg ha⁻¹ de azevém, 25 kg ha⁻¹ de nabo forrageiro e 40 kg ha⁻¹ de ervilhaca. Na plena floração/enchimento de grãos, efetuou-se o manejo com a aplicação herbicida. A semeadura do milho (cultivar 32R22YHR) foi realizada em 03/11/2016. Foram semeadas 8 linhas por bloco no espaçamento de 0,75m entre linhas e aproximadamente 5,4 sementes por metro linear de sulco. Como adubação de base foi utilizado 300 kg ha⁻¹ do formulado 07-28-14 aplicado no sulco de plantio.

Quando as plantas estavam com 5 folhas completamente desenvolvidas realizou-se a adubação nitrogenada de cobertura utilizando ureia como fonte de N. O teor relativo de clorofila (clorofilômetro Konica Minolta – modelo 520) e o teor de nitrogênio total na folha índice (Tedesco, 1995) foram avaliados quando as plantas estavam em plena floração, e 21 dias após.

Após a maturação fisiológica, realizou-se a colheita de 1m linear/linha nas quatro linhas centrais de cada sub-parcela. As espigas foram removidas, sendo a trilha feita com debulhador elétrico. Posteriormente efetuou-se a pesagem e a determinação do teor de umidade dos grãos, calculando-se então a produtividade por hectare (PD), considerando a umidade final dos grãos de 13%. Também obteve-se a produtividade estimada (PDe) considerando uma população final de 65.000 plantas ha⁻¹. Na sequência, todos os dados foram tabulados e submetidos a à análise de variância, usando o pacote estatístico SASm Agri (CANTIERI, et al. 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores de F e nível de significância para as fontes de variação, bem como o coeficiente de variação experimental para o índice de SPAD, teor de

N na folha (N folha), produtividade (PD), produtividade estimada (PDe) e número de plantas por metro linear de sulco (NPm). Para o índice de SPAD, bem como para o teor de N na folha, não houve diferença significativa dos tratamentos avaliados na primeira coleta (C1), porém na segunda coleta (C2), se observou diferença altamente significativa ($P < 0,01$) nestas variáveis para as doses de N aplicadas. Quanto ao rendimento de grãos, observou-se efeito significativo para a produtividade obtida (PD) e altamente significativo para a produtividade estimada (PDe).

Tabela 1. Valores de F e nível de significância para as fontes de variação, bem como o coeficiente de variação (CV) para o índice SPAD, Produtividade (PD), Produtividade estimada (PDe) e número de plantas por metro (NPm).

F.V.	SPAD		N Folha		PD	PDe	NPm
PARCELA							
Coleta	C1	C2	C1	C2			
Bloco	0,43 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,64 ^{ns}	3,67 [*]	1,68 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,18 ^{ns}
A.V.	0,49 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,30 ^{ns}
C.V.	7,02	8,53	11,9	14,6	34,34	28,67	23,18
SUBPARCELA							
N	2,39 ^{ns}	6,22 ^{**}	1,74 ^{ns}	7,30 ^{**}	2,90 [*]	3,97 ^{**}	1,13 ^{ns}
A.V x N	0,54 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,35 ^{ns}
C.V.	4,42	9,17	12,9	12,9	13,06	13,34	14,17

F.V. – Fonte de Variação; C.V. – Coeficiente de Variação; A.V. – Adubação Verde; N – Doses N; SPAD – índice SPAD; C1 – coleta 1; C2 – coleta 2; ns – Não significativo; ** - significativo a 1%; * - significativo a 5%

Na primeira coleta (C1), a ausência de diferença significativa entre os tratamentos para o índice SPAD e teor de N das folhas (valores médios de 62,43 e 23,02 g kg⁻¹, respectivamente) deve-se ao adequado estado nutricional das plantas, uma vez que as mesmas, independente da adubação verde, pousio ou doses de N aplicada, estavam uniformes tanto em tamanho, quanto na coloração (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de índice SPAD e teor de N na folha de milho (em g kg⁻¹) na coleta 2 para cada espécie de adubo verde em função da dose de N (kg ha⁻¹) aplicada.

Dose N	índice SPAD					N na folha				
	nabo	aveia	azevém	pousio	Ervilhaca	nabo	aveia	azevém	pousio	ervilhaca
0	50,5 a	51,2 a	45,2 a	47,1 a	47,8 a	21,9 a	17,7 a	19,9 a	20,2 a	21,3 a
70	53,4 a	49,1 a	52,1 a	52,5 a	50,1 a	22,9 ab	23,7 ab	21,6 ab	19,2 b	25,4 a
140	55,7 a	54,9 a	53,5 a	54,2 a	53,3 a	24,2 ab	20,3 b	24,4 ab	24,1 ab	25,6 a
210	55,0 ab	53,3 ab	55,8 ab	59,1 a	51,3 b	24,2 a	23,6 a	24,0 a	23,3 a	23,4 a
280	54,6 a	52,4 a	53,1 a	52,3 a	55,6 a	24,6 a	25,3 a	25,4 a	25,3 a	24,1 a

OBS. valores seguidos da mesma letra minúscula na linha não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5,0% de probabilidade de erro.

Na segunda coleta (Tabela 2), fase em que as plantas estavam em pleno enchimento de grãos, com a aplicação de 210 kg ha⁻¹ de N, maior índice SPAD foi verificado no pousio. Já para o teor de N na folha índice, maior valor foi observado nas parcelas com ervilhaca, associado a aplicação de 70 e 140 kg ha⁻¹ de N.

De modo geral, independente da adubação verde, houve um incremento nos valores do índice SPAD e do teor de N na folha com o aumento da quantidade de nitrogênio aplicado em cobertura, concordando com os dados publicados por Jordão et al. (2010).

Quanto a produtividade em função do teor de N na folha (Figura 1), observou-se um comportamento linear com R^2 de 0,771, onde o incremento de 1 mg kg^{-1} de N na folha resultou em um aumento de apenas 212 kg ha^{-1} na produtividade. Já quando em função do índice SPAD, houve um comportamento quadrático com R^2 de 0,8743, obtendo-se produtividade máxima de 8.976 kg ha^{-1} com valor SPAD de 52,4, (obtido com 232 kg ha^{-1} de N) sugerindo que este indicador seja mais sensível que o teor de N na folha, bem como apresenta melhor correlação quando se objetiva avaliar a produtividade em função das doses de N aplicada. Observa-se que mesmo sem a aplicação de N obteve-se produtividade superior a 8.000 kg ha^{-1} , diminuindo assim o efeito esperado para as doses de N aplicada. Esta produtividade pode estar associada a mineralização da matéria orgânica do solo, fornecendo assim grande parte do N necessário para cultura, bem como a adequada distribuição pluviométrica durante o desenvolvimento do milho.

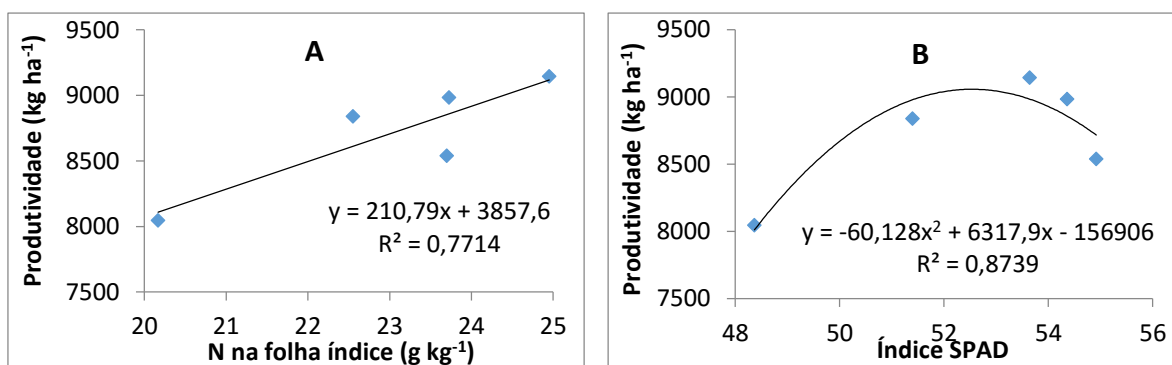


Figura 1. Produtividade do milho em função do teor de nitrogênio na folha (A) e índice SPAD (B) obtido para coleta 2 - fase de pleno enchimento de grãos.

CONCLUSÃO

Com o incremento da dose de N houve um comportamento linear para o teor de N na folha e quadrático para o índice SPAD, indicando assim este último ser mais sensível aos tratamentos testados. Quanto a produtividade máxima, esta foi obtida com a aplicação de 236 kg de N por hectare e índice SPAD de 53,4; que apresentou melhor correlação com esta variável quando comparado com o teor de N na folha.

REFERÊNCIAS

- BALASUBRAMANIAN, V.; MORALES, A.C.; CRUZ, R.T.; THIYAGARAJAN, T.M.; NAGARAJAN, R.; BABU, M.; ABDULRACHMAN, S.; HAI, L.H. **Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: a review.** International Rice Research Institute, v.25, p.4-8, 2000.
- CANTIERI, M.G. et al. 2001. Sasm-agri – sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24.
- FRANÇA, S., MIELNICZUK, J., ROSA, L.M.G., BERGAMASCHI, H., BERGONCI, J.I. Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.11, 2011.
- HEINZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 9, p. 10211030, 1985.
- JORDÃO, L.T., LIMA, F.F., LIMA, R.S., MORETTI, P.A.E., PEREIRA, H.V., MUNIZ, A.S., OLIVEIRA, M.C.N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com Braquiária. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29, 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SESC, 2010.
- RAMBO, L., DA SILVA, P.R.F., STRIEDER, M.L., DA SILVA, A.A., SANGOI, L., E VIEIRA, V.M. Índices nutricionais de N e produtividade de milho em diferentes níveis de manejo e de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, 2011.
- ROSSETTI, K.V. CENTURION, J.F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.252–258, 2015.
- SAGANFREDO, M.A. Leguminosas de verão: capacidade para fixação simbiótica de nitrogênio e potencial de utilização no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.3, 1995.
- TEDESCO MJ; GIANELLO C; BISSANI CA; BOHNEN H; VOLKWEISS SJ. 1995. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos – UFRGS. 174 p.
- VALICHESKI, R.R., GROSSKLAUS, F., STÜRMER, L.K., TRAMONTIN, A.T., BAADE, E.S.A.S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.969–977, 2012.