

## Relação da Leitura do Clorofilômetro com Teores de Nitrogênio na Folha de Milho em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária

Édina Cristiane Pereira Lopes<sup>1</sup>, Anibal de Moraes<sup>1</sup>, Itacir Eloi Sandini<sup>2</sup>,  
Tatyanna Hyczy Kaminski<sup>2</sup>, Simone Basi<sup>2</sup>, Fabiano Pacentchuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. <sup>1</sup>edinacristiane@hotmail.com, <sup>1</sup>amoraes@ufpr.br, <sup>2</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. <sup>2</sup>isandini@hotmail.com, <sup>2</sup>tatyhk\_86@hotmail.com, <sup>2</sup>simonebasi@hotmail.com, fabiano-tec@hotmail.com

**RESUMO** – O nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelo milho, estando diretamente relacionado aos teores de N e clorofila na folha, o que requer maior consumo de N para síntese desse pigmento, alterando o seu teor na folha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual da aplicação de N na pastagem, com pastejo, sobre os teores de N e clorofila nas folhas de milho. O experimento foi realizado em Guarapuava (PR) na safra 2011/12, em delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas. A parcela principal consistiu dos tratamentos com N no inverno (0, 75, 150 e 225 kg ha<sup>-1</sup> de N) no perfilhamento da pastagem de aveia branca (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e, na subparcela doses de N no final do ciclo da pastagem (0; 75 kg ha<sup>-1</sup> de N). As variáveis analisadas foram a determinação do teor relativo de clorofila com clorofilômetro e a concentração de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, as quais tiveram resposta quadrática para as dose de N no tratamento de inverno independente da dose de N utilizada na saída dos animais.

Palavras-chave: *Zea mays* L., parâmetros, SPAD, folha-índice.

### Introdução

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelo milho, estando diretamente relacionado ao teor de N na folha e aumento do teor de clorofila, o que requer maior consumo de N para síntese desse pigmento, alterando o seu teor na folha. O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos do milho, pois o N exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e da clorofila (CANTARELLA, 1993).

A utilização de indicadores de planta tem sido utilizados para monitorar a disponibilidade de nitrogênio e auxiliar na decisão sobre a quantidade e época de aplicação deste nutriente. Um indicador ideal deve reproduzir a relação do nível de N no

sistema solo-planta, sendo capaz de detectar ou prever tanto a deficiência quanto o excesso de N.

Para isso, existem parâmetros como o teor de N na folha. A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos do ciclo. Parte-se do princípio de que as folhas são os órgãos da planta que melhor refletem o seu estado nutricional, respondendo mais rapidamente às variações no suprimento de nutrientes do solo e dos fertilizantes (MALAVOLTA et al., 1997).

Outro parâmetro é a determinação do teor relativo de clorofila na folha. É o método mais estudado e fundamenta-se na correlação positiva existente entre o teor de clorofila e o teor de N na planta (ARGENTA et al., 2001) que, por sua vez, está associado à atividade fotossintética. Esta relação se deve ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas serem integrante de enzimas que estão associadas ao cloroplasto (CHAPMAN & BARRETO, 1997).

Este trabalho visou determinar o teor relativo de clorofila e a concentração de  $N-NH_4^+$ , em folhas-índice de milho em função do efeito residual das doses crescentes de nitrogênio aplicado no perfilhamento da pastagem de inverno e no final do ciclo da pastagem (após a retirada dos animais em pastejo na área).

### **Material e Métodos**

O trabalho experimental foi conduzido no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) no município de Guarapuava-PR, na safra 2011/2012. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb. O solo é classificado como Latossolo Bruno distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

A área é de Integração Lavoura-Pecuária, no sexto ano de experimental, aonde no inverno, houve pastejo de ovinos. O método de utilização da pastagem foi de pastejo contínuo com lotação variável. O ajuste da lotação realizado a cada 14 dias pela técnica “put and take” segundo Mott & Lucas (1952).

A pastagem foi implantada em 30 de maio de 2011, em sistema de semeadura direta, com mistura de 30 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de azevém e aveia, respectivamente, com espaçamento de 17 cm entre linhas. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de nitrogênio em cobertura (N), na forma de ureia (46 % de N) sendo: zero, 75, 150 e 225 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Na adubação de base utilizou-se 00-40-40 kg ha<sup>-1</sup> de N, fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O). Após 30 dias da emergência (30 de junho) foi efetuada, em aplicação única, a adubação nitrogenada em cobertura na forma de ureia, o que correspondeu ao início do perfilhamento das plântulas.

O pastejo aconteceu a partir de agosto, e se estendeu até o início de Outubro. Após a retirada dos animais da área, foi realizada mais uma aplicação nitrogenada, de 0 e 75 kg ha<sup>-1</sup> de N. Após 25 dias da saída dos animais, realizou-se a semeadura do milho 30F53RR.

O experimento foi estruturado em delineamento blocos casualizados em parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas principais foram avaliados quatro tratamentos com diferentes doses N em cobertura sendo: 0, 75, 150, 225 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicados no inverno e na subparcelas foi avaliado aplicação de 0 e 75 kg ha<sup>-1</sup> de N na saída dos animais da área.

Foram analisadas duas variáveis utilizando as folhas-índice (primeira abaixo da espiga), em florescimento pleno: a determinação do teor relativo de clorofila com medidor portátil modelo Clorofilog CFL 1030 – Falker, denominado clorofilômetro, em valores SPAD (Soil Plant Analysis Development). A outra variável avaliada foi a concentração de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, pelo método espectrofotométrica-azul-de-indofenol (EMBRAPA, 2009).

As leituras no medidor de clorofila (duas por folha) foram feitas em pontos situados na metade a dois terços do comprimento da folha amostrada, a partir da base, e a 2 cm de uma das margens da folha, utilizando 10 folhas por parcela. Após a leitura, as folhas foram arrancadas para determinação dos teores de N em laboratório.

Os dados coletados foram submetidos à análise da variância, pelo programa estatístico ASSISTAT Beta 7,6 com teste de comparação das médias dos tratamentos realizadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 1 e 5% e análise de correlação linear simples entre a leitura do clorofilômetro e teor de N no tecido foliar.

### **Resultados e Discussão**

Verificou-se pelo teste de médias (tabela 1) que houve diferenças significativas para os tratamentos. Tanto para clorofila a quanto para b, as maiores médias foram obtidas nos tratamentos que continham aplicação nitrogenada. Pela clorofila total observou-se que a dose de 150 Kg ha<sup>-1</sup> de N no perfilhamento da pastagem foi o que apresentou a melhor média, sendo a menor média obtida com dose 0 Kg ha<sup>-1</sup> de N. Esse

resultado indica que a altas doses de adubos nitrogenados não contribuem para a formação da clorofila.

Observou-se que a aplicação de N no final do ciclo da pastagem (época da saída dos animais), mesmo que numa dose baixa ( $75 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) contribuiu para o aumento no teor das clorofilas a, b e total.

Pela figura 1 onde está representada a leitura (SPAD) da clorofila total das folhas de milho, em função das doses de N aplicado no perfilhamento da pastagem e no final do ciclo da pastagem, observou-se resposta quadrática, demonstrando que houve efeito residual da aplicação nitrogenada no inverno, no aumento do teor de clorofila nas folhas de milho. Assim como observada na tabela 1, a dose de  $150 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N no perfilhamento da pastagem com  $75 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N no final do ciclo da pastagem apresentou incremento na formação de clorofila nas folhas de milho, sendo estabilizada com a dose de  $225 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N no inverno com  $75 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N no final do ciclo da pastagem, sendo que a partir da dose  $150 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N no inverno houve estabilização da formação da clorofila.

Observou-se ainda na figura 1, que as doses de N no inverno sem aplicação nitrogenada no final do ciclo da pastagem também teve resposta quadrática, indicando que houve efeito residual da cultura do N da cultura de inverno para a cultura de verão. Portanto, a aplicação de  $75 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N no final do ciclo da pastagem contribuiu para o acréscimo na produção de clorofila.

O aumento do teor de clorofila observados na clorofila total com máximo de 54,88 corroboram com os apresentados por Pariz (2010) onde a adubação nitrogenada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho influenciou o teor de clorofila da cultura do milho em sucessão, apresentaram regressão quadrática, aplicando 781 e 813 kg/ha/ano de N, na pastagem em antecessão.

No entanto, o menor índice de clorofila (46,72) verificado na ausência de aplicação de N na pastagem em antecessão, foi semelhante aos verificados por Rambo et al. (2007) e Pariz (2010).

Também foi encontrada resposta quadrática para as concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  (Figura 2), obtidas das folhas de milho em função das diferentes doses de N aplicadas no perfilhamento da pastagem de inverno e no final do ciclo da pastagem, demonstrando que houve efeito residual do N aplicado no inverno para a cultura de verão. Resultados semelhantes aos de Araujo (2003), em que as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura na cultura do milho afetaram significativamente as concentrações de N foliar

e com Pariz (2010) em que adubação nitrogenada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho influenciou o teor de N foliar da cultura do milho em sucessão.

A aplicação de 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N no final do ciclo da pastagem contribuiu para o acréscimo na concentração de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, mostrando ser eficiente essa aplicação, sendo que para a dose 225 Kg ha<sup>-1</sup> de N, tanto aplicadas no perfilhamento quanto associadas à aplicação de 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N no final de do ciclo da pastagem, mostrou uma diminuição na concentração de N foliar.

A análise de correlação simples evidenciou que, as leituras do clorofilômetro referentes aos teores de clorofila total correlacionaram-se positivamente com o teor de N na folha ( $r = 0,81$ ), sendo superiores aos resultados obtidos por Argenta et al. (2001), os quais obtiveram correlação entre a leitura do clorofilômetro e o teor de N na folha ( $r = 0,59$ ). Outros trabalhos tem indicado correlação positiva entre a concentração de N e concentração de clorofila na folha (GIRARDIN et al., 1985; ERCOLI et al., 1993; COSTA et al., 1994).

### **Conclusão**

Tanto o teor de clorofila quanto o teor de N da folha-índice de milho responderam às doses de N aplicados no inverno, indicando provável efeito residual desse N para a cultura de verão.

### **Literatura Citada**

ARGENTA, G. Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho. 2001. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ARAUJO, L.A.N. Adubação nitrogenada em cultivos sucessivos de milho e soja sob irrigação. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 2003.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba : POTAFOS, 1993. p.147-198.

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

COSTA, C.; IDE, F.; FRANÇA, S.; MÁRIO, J.L.; NESELLO, S.P. Relação entre doses de nitrogênio, clorofila e rendimento de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. Resumos... Goiânia: ABMS, 1994. p.132.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Humberto Gonçalves dos Santos, 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

ERCOLI, L.; MARIOTTI, M.; MASONI, A.; MASSANTINI, F. Relationship between nitrogen and chlorophyll content and spectral properties in maize leaves. Eur. J. Agron., v.2, n.2, p.113-117, 1993.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MOTT, G.E.; LUCAS, H. L. The design, conduct en interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1952. Proceedings ... Pensylvania: State College, 1952. p.1380-1395.

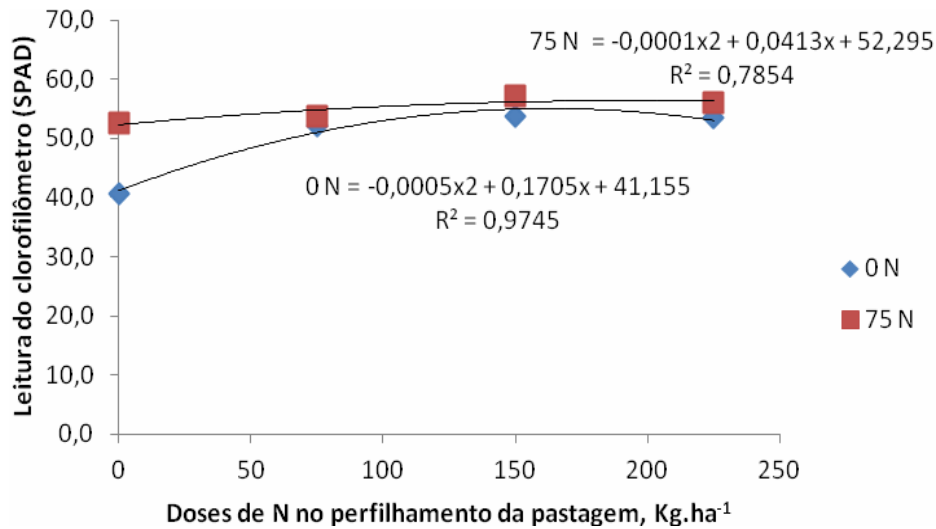
PARIZ, C. M. Desempenhos técnicos e econômicos de um sistema de integração lavoura-pecuária com a cultura do milho e adubação nitrogenada de capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* sob irrigação no cerrado. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; SANGOI, L.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Monitoramento do nitrogênio na planta e no solo para predição da adubação nitrogenada em milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.3, p.407-417, 2007.

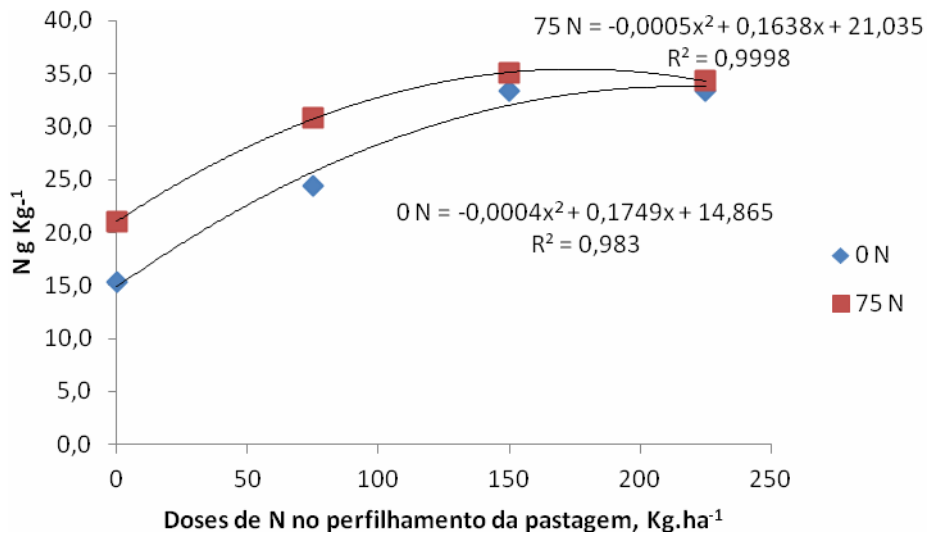
**Tabela 1.** Médias das leituras de clorofila a, b e total (SPAD), sob aplicações de doses crescentes de nitrogênio em cobertura na pastagem de aveia e azevém, no efeito residual para a cultura do milho. Guarapuava, PR, 2012.

Tratamentos	Fatores de variação	Médias			
		Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	N foliar
Doses de N no perfilhamento da pastagem (Kg.ha <sup>-1</sup> )	0	33,58b*	13,14b*	46,72c*	18,14c**
	75	36,80a	16,11a	52,91b	27,62b
	150	38,64a	16,90a	55,55a	34,13a
	225	38,06a	16,60a	54,67b	33,83a
CV (%)	-	3,2	4,9	5,2	10,4
Doses de N no final do ciclo da pastagem (Kg.ha <sup>-1</sup> )	0	35,35b	14,78b	50,04b	26,59b
	75	38,19a	16,69a	54,88a	30,27a
CV (%)	-	6,7	3,8	5,6	8,3
Média Geral	-	36,77	15,69	56,46	28,43

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letras coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 1 %(\*\*) e 5 % (\*) de probabilidade.



**Figura 1.** Leitura do clorofilômetro em folhas de milho sob as doses 0, 75, 150 e 225 Kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no perfilhamento da pastagem de inverno e 0 e 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N na saída dos animais da área.



**Figura 2.** Teor de N em folhas de milho sob as doses 0, 75, 150 e 225 Kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no perfilhamento da pastagem de inverno e 0 e 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N na saída dos animais da área.