

Determinação de Clorofila e Nitrogênio Foliar Sob Residual de Nitrogênio Aplicado em Pastagem de Aveia e Azevém em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária

Tatyanna Hyczy Kaminski¹, Itacir Eloi Sandini², Simone Basi², Édina Cristiane Pereira Lopes³, Jackson Huzar Novakowski², Fabiano Pacentchuk²

¹Mestranda em Agronomia e bolsista CAPES, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. tatyhk_86@hotmail.com

²Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. isandini@unicentro.br, jacksonhuzar@hotmail.com, simonebasi@hotmail.com e fabianopacentchuk@gmail.com

³Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR. edinacristiane@hotmail.com

RESUMO - O trabalho experimental foi realizado nas dependências do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava, PR, Brasil, no ano agrícola de 2011/2012, com o objetivo de verificar a influência da adubação nitrogenada residual na cultura do milho, cultivado em seqüência, em áreas que no inverno tinham presença e ausência de animais em pastejo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas. No inverno, nas parcelas, foram aplicadas quatro doses de nitrogênio (N-TI = 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N) e, nas subparcelas, a combinação de pastejo (CP = com pastejo e SP = sem pastejo). A semeadura do híbrido 30F53 ocorreu no dia 29/10/11. As variáveis avaliadas foram: teor de clorofila e nitrogênio foliar. A análise de correlação simples evidenciou que as leituras do clorofilômetro correlacionaram-se positivamente com os teores de clorofila da folha, para todos os tratamentos de N, sendo os valores médios mais acentuados nas áreas pastejadas, havendo interação somente da clorofila A nas subparcelas CP e SP. A aplicação de N na pastagem de inverno proporcionou aumentos no teor de N nas folhas do milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., clorofilômetro, adubação nitrogenada

Introdução

O nitrogênio é um dos nutrientes exigidos em grandes quantidades pelas plantas. Sua aplicação na pastagem, em integração lavoura-pecuária, pode proporcionar alta produtividade animal no inverno e vegetal no verão. No entanto, não se tem ainda muitos estudos sobre as doses, épocas e métodos de aplicação dos fertilizantes nitrogenados na cultura do milho em integração lavoura-pecuária (ILP).

Considerando a variabilidade do clima e a necessidade de recomendar a adubação nitrogenada, esta tem sido, em muitos casos, sub ou superestimada. Assim, quando ela é subestimada, ocorre redução no rendimento de grãos; quando é superestimada, diminuem os lucros do agricultor pelo gasto desnecessário com compra de adubo nitrogenado e há prejuízos ao meio ambiente, decorrente da lixiviação de nitrato em condições com excesso de nitrogênio (N) disponível (WASKOM et al., 1996).

A determinação do teor relativo de clorofila por meio do clorofilômetro está sendo utilizado para predizer a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, dentre elas

o milho (ARGENTA et al., 2001). Segundo Piekielek et al. (1995), o teor de clorofila na folha pode ser utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio nas plantas, pelo fato da quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com o teor de N na planta.

Como o N é constituinte da molécula de clorofila, geralmente existe alta correlação entre o seu teor e a clorofila nas folhas de milho. Dessa forma, tem-se relatado a viabilidade de se utilizar a avaliação indireta como indicativo do estado nutricional em relação N (CARVALHO et al., 2003).

O desenvolvimento do medidor portátil de clorofila, equipamento que permite medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha, constitui alternativa promissora para avaliação do nível de N nas plantas. Pesquisa evidenciou relação entre leitura do clorofilômetro e teor de clorofila na folha e entre teor de clorofila na folha e teor de N na planta (ARGENTA et al., 2001a). Em outro trabalho, em que se testaram características da planta como indicadores do nível de N na planta de milho, constatou-se que a leitura no clorofilômetro foi o melhor indicador do nível de N na planta dentre as características avaliadas (ARGENTA et al., 2001b).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito residual do N aplicado na pastagem (consórcio de aveia e azevém) no milho cultivado em áreas onde houve a combinação dos fatores: doses de N e presença ou não de animais (ovinos) pastejando, para determinação do teor de clorofila e nitrogênio foliar no sistema integração lavoura-pecuária.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava/PR, durante o período de maio de 2011 a maio de 2012. A área experimental localiza-se a 25°33' latitude Sul e 51°29' longitude Oeste e tem altitude de aproximadamente 1100m. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfb. A precipitação anual varia de 1400 a 1800 mm e os meses de abril e maio são os mais secos (IAPAR, 1994). O solo da área experimental é um Latossolo Bruno Distroférrico Típico (EMBRAPA, 2006).

Em 2006, iniciou-se um projeto de integração lavoura-pecuária em que, durante o período de inverno, a área experimental era ocupada por ovinos, em pastagem de aveia e azevém, e, no verão, com cultivo de milho e feijão em anos intercalados

A área experimental consistiu em 12 parcelas com 0,2 ha cada, isolando-se de cada parcela uma área de 96 m² que permaneceu sem pastejo. O delineamento empregado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 (zero, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N em cobertura) x

2 (com e sem pastejo) em 3 repetições. A semeadura da pastagem foi realizada em maio de 2011 de forma mecanizada em semeadura direta, tendo como cultura antecessora o feijoeiro. Foram utilizados 80 kg ha⁻¹ de aveia e 40 kg ha⁻¹ de azevém, com espaçamento de 17 cm entre linhas. A adubação de base consistiu na aplicação de 250 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 00-25-25 (N, P₂O₅, K₂O). A aplicação da adubação nitrogenada foi realizada 30 dias após a semeadura.

A semeadura do híbrido de milho ‘30F53’ foi efetuada no dia 29/10/2011 em semeadura direta com espaçamento de 0,8 m entre linhas. Para a adubação o fósforo e o potássio foram aplicados a lanço antes da semeadura nas dosagens de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (super fosfato triplo) e 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Efetuou-se o controle das plantas daninhas por ocasião da dessecação, e foi complementado pela aplicação de atrazine (3500 g ha⁻¹) mais óleo mineral (0,5 L ha⁻¹), em pós-emergência. Também foi realizado o ajuste populacional das plantas, com a técnica de desbaste, aproximadamente 20 dias após a semeadura (V2 – V3).

As variáveis avaliadas foram teores de clorofila e nitrogênio na folha. A estimativa do teor de clorofila foi determinada por um medidor portátil CLOROFILOG CFL 1030 – Falker, em valores SPAD, conforme método proposto por Piekielek et al. (1995). As leituras foram realizadas em pontos situados da metade a dois terços do comprimento da folha amostrada, a partir da base, e a 2 cm de uma das margens da folha, quando a planta encontrava-se no período de florescimento pleno, média de 10 leituras, em cinco plantas por parcela. Após a leitura, as folhas foram coletadas para determinação dos teores de N-NH⁴⁺ das folhas em laboratório, pelo método espectrofotométrica-azul-de-indofenol (EMBRAPA, 2009).

Os dados coletados foram submetidos à análise da variância, pelo programa estatístico SISVAR e a comparação das médias dos tratamentos foram realizadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% para o fator qualitativo (pastejo). Para o fator quantitativo foi feita análise de regressão polinomial buscando-se o modelo que melhor expressasse a relação em variável dependente e independente e a escolha foi baseada no coeficiente de determinação mais próximo a 1.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados dos quadrados médios da análise de variância, onde se verificou diferença significativa ao nível 5% de probabilidade pelo Teste F para clorofila A para as doses de N e a interação entre pastejo e N. Ao passo que, o pastejo afetou a clorofila B e total. As doses de N também influenciaram a clorofila total e o N foliar.

A análise evidenciou que as leituras do clorofilômetro correlacionaram-se positivamente com os teores de clorofila total e de clorofila A e B extraíveis da folha, para todos os tratamentos de N, sendo os valores médios mais acentuados nas áreas pastejadas, porém só houve interação da clorofila A nas subparcelas CP e SP (Figura 1), onde nas áreas sem pastejo a clorofila A apresentou resposta linear crescente com o aumento das doses de N no inverno, enquanto que nas áreas com pastejo a resposta foi quadrática.

Argenta et al. (2001), relatam que a relação verificada entre leitura com medidor portátil de clorofila e teor de clorofila extraível evidencia que as leituras efetuadas com clorofilômetro estimam adequadamente o grau de esverdeamento da folha de milho. Portanto, as leituras efetuadas pelo equipamento podem substituir, com boa precisão, as determinações tradicionais do teor de clorofila. Avaliações realizadas na cultura do milho (DWYER et al., 1991) também constataram relação significativa entre leitura do clorofilômetro e teor de clorofila extraível da folha.

Os resultados comprovam a eficiência do efeito residual da adubação nitrogenada na pastagem sobre a cultura do milho, refletindo em teores crescentes de clorofila na cultura do milho, quando submetidas às diferentes doses desse elemento, de acordo com os tratamentos utilizados, sendo esses valores significativos para clorofila A e clorofila Total, mas não para clorofila B (Tabela 2). Argenta et al. (2003), relataram que estes resultados evidenciam que os valores de leitura no clorofilômetro utilizados para monitorar o nível de N em milho foram adequados para separar as plantas com deficiência e com nível adequado deste nutriente.

A aplicação de N na pastagem de inverno proporcionou aumento no teor médio de N nas folhas do milho, em ambos os sistemas de manejo do solo, CP e SP com aumento crescente da adubação nitrogenada (Tabela 2). De acordo com Raij et al. (1996), o nível adequado do teor de nitrogênio na folha de milho para um desenvolvimento adequado está situado na faixa de 27,5 a 32,5 g kg⁻¹, portanto, quanto a este elemento, a nutrição foi adequada (Figura 2), não comprometendo o desenvolvimento da cultura. Não houve interação para essa variável nas áreas CP e SP, verificando que nas áreas que não foram pastejadas, na menor dose de nitrogênio no inverno, o nível de N na folha estava com 23,7 g kg⁻¹, ficando um pouco fora do padrão, sendo insuficiente para a cultura do milho.

Conclusão

Nas áreas com pastejo houve aumento do teor de clorofila total e clorofila B, tanto nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada no inverno como nos que não receberam, comprovando a eficiência do sistema.

Verificou-se incremento nos teores de clorofila e N foliar da cultura do milho em função do uso de nitrogênio na pastagem de aveia e azevém evidenciando seu efeito residual, demonstrando ser esse elemento estável em sistemas integrados.

Literatura Citada

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da e BORTOLINI, C.G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. *Ciência Rural*, v.31, n.3, p. 715-722, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L. Relação entre teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.13, p.1101-1106, 2001a.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C.G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária*. Brasília, v.37, p.519-527, 2001b.

CARVALHO, M.A.C. de; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.445-450, 2003.

DWYER, L.M.; TOLLENAAR, M.; HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. *Canadian Journal of Plant Science*, v.71, p.505-509, 1991.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Humberto Gonçalves dos Santos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

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

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. Cartas climáticas do estado do Paraná 1994. Londrina, IAPAR, 1994. 49p.

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H.; TOTH, J.D.; MACNEAL, K.E.. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate N sufficiency. *Agronomy Journal*, v.87, p.403-408, 1995.

RAIJ, B, van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p.60-61. (Boletim, 100)

WASKOM, R.M.; WESTFALL, D.G.; SPELLMAN, D.E.; SOLTANPOUR, P.N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. *Communications Soil Science, Plant Anal.*, v.27; p.545-560, 1996.

Tabela 1. Resumo da análise de variância com os fatores de variação, graus de liberdade e quadrados médios das variáveis avaliadas no experimento. Guarapuava, PR, 2012.

Fator de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios (Pr>Fc)			
		Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total	N Foliar
Bloco	2	1,58 (0,79) ^{ns}	6,99 (0,72) ^{ns}	6,95 (0,84) ^{ns}	64,89 (0,12) ^{ns}
Pastejo (P)	1	30,05 (0,05) ^{ns}	244,11 (0,004) ^{**}	445,49 (0,005) ^{**}	7,17 (0,61) ^{ns}
Doses N Inverno (N)	3	63,11 (0,001) ^{**}	50,69 (0,11) ^{ns}	218,62 (0,01) [*]	439,96(0,0001) ^{**}
P x N	3	47,39 (0,003) ^{**}	29,10 (0,29) ^{ns}	122,02 (0,07) ^{ns}	21,03 (0,52) ^{ns}
Erro	14	6,65	21,45	42,05	27
Média		35,55	13,14	48,7	34,57
CV (%)		7,26	35,23	13,31	15,03

^{ns} Não significativo, * Significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

Tabela 2. Médias de clorofilas A, B e Total e N foliar na cultura do milho com as diferentes doses de nitrogênio aplicado na pastagem de inverno em sistema de integração lavoura pecuária. Guarapuava, PR, 2012.

Doses N Inverno (kg ha ⁻¹)	Clorofila A (Leitura SPAD)		Clorofila B (Leitura SPAD)	
	CP	SP	CP	SP
	0	34,18 A a ¹	28,30 B c	12,31 A a
75	38,86 A a	31,22 B bc	16,98 A a	7,91 B a
150	37,35 A a	37,25 A ab	21,22 A a	10,98 B a
225	36,31 A a	40,99 B a	14,82 A a	14,41 A a
Média	36,67 A	34,44 A	16,33 A	9,95 B

Doses N Inverno (kg ha ⁻¹)	Clorofila Total (Leitura SPAD)		N Foliar (g kg ⁻¹)	
	CP	SP	CP	SP
	0	46,49 A a	34,81 B b	26,37 A b
75	55,84 A a	39,13 B b	29,44 A ab	31,38 A bc
150	58,58 A a	48,23 A ab	38,83 A a	38,00 A ab
225	51,13 A a	55,41 A a	41,45 A a	47,39 A a
Média	53,01 A	44,39 B	34,02 A	35,12 A

1- Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

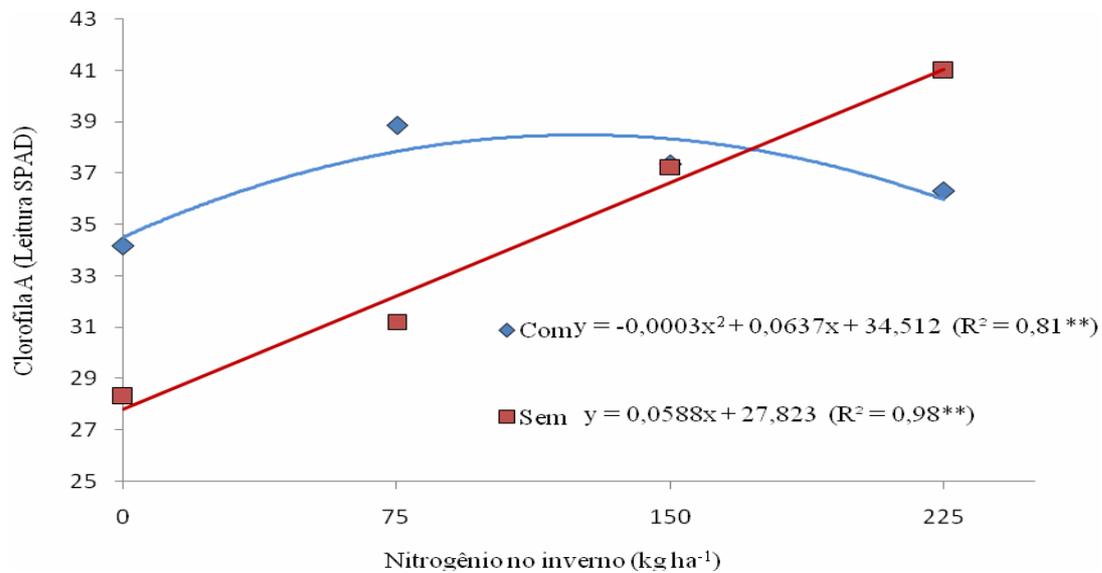


Figura 1. Teor de clorofila A do milho entre as áreas com e sem pastejo quando o nitrogênio foi aplicada na pastagem.

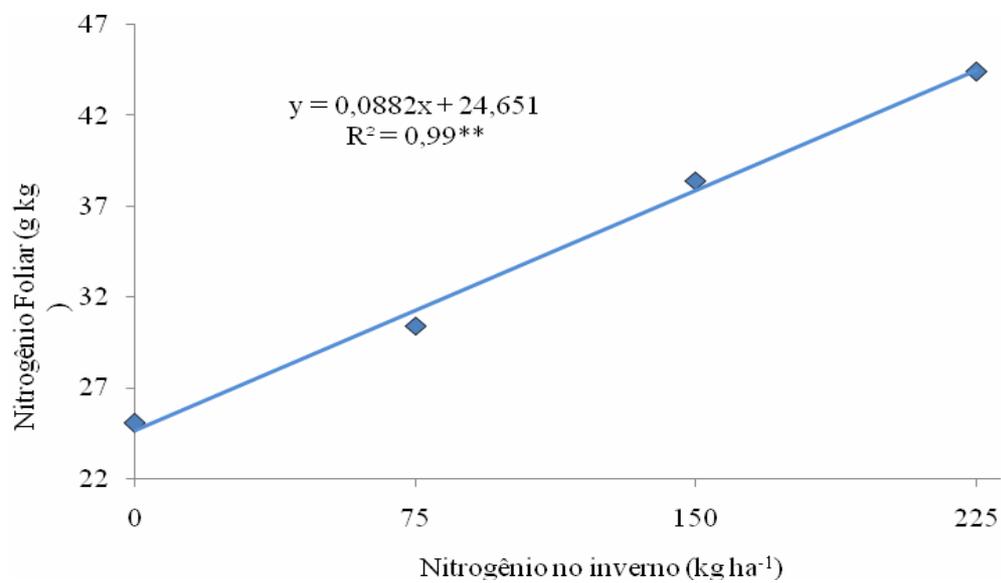


Figura 2. Teor médio de N foliar de milho entre as áreas com e sem pastejo quando o nitrogênio foi aplicada na pastagem.