

RELAÇÃO DA LEITURA DO CLOROFILÔMETRO COM O N TOTAL NA FOLHA DE PAINÇO (*Panicum miliaceum* L.) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA

EDUARDO DO VALLE LIMA¹, TIAGO ROQUE BENETOLI DA SILVA², ROGÉRIO PERES SORATTO³ e CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL⁴

¹ Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. Rua A, s/nº, Quadra Especial, Centro Universitário de Parauapebas – CEUP, CEP: 68515-000 Parauapebas, PA. E-mail: eduardo.valle_lima@yahoo.com.br (Autor para correspondência)

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Rua Dona Eugênia, 1040, Bairro Jardim Europa, CEP: 13416-401, Piracicaba, SP. trbsilva@yahoo.com.br

³ Professor Assistente Doutor da FCA/UNESP. Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agronomia e Melhoria Vegetal, CEP: 18610-307, Botucatu, SP. E-mail: soratto@fca.unesp.br ou soratto@uems.br

⁴ Professor Adjunto da FCA/UNESP. Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agricultura e Melhoramento Vegetal, CEP: 18603-307, Botucatu, SP. crusciol@fca.unesp.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.2, p.149-158, 2007

RESUMO - O medidor portátil da estimativa proporcional do teor de clorofila (índice SPAD-502) permite leituras instantâneas, podendo ser ideal para prever as necessidades de N, pois o método realizado em laboratório é demorado e destrutivo. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar a relação entre a leitura do clorofilômetro com o teor de N total na folha de plantas de painço, no estágio anterior ao florescimento, em função da quantidade de N aplicada em cobertura. O experimento foi instalado em caixas de cimento amianto (50 L), sob túnel de plástico, na Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Botucatu (SP), empregando-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x6, em que os tratamentos utilizados foram duas cultivares de painço (AL Mogi e AL Tibagi) e seis quantidades diferentes de adubação nitrogenada (0, 40, 80, 120, 160 e 200 mg L⁻¹). As variáveis analisadas foram os valores do índice SPAD nas folhas (clorofila), medido pelo clorofilômetro, e o teor de N total. Os dados foram submetidos à análise de variância, comparação de médias, regressão polinomial e análise de correlação linear simples. As cultivares apresentaram respostas semelhantes para as variáveis avaliadas, em função da adubação com N em cobertura. A aplicação de 40 mg L⁻¹ de N no painço foi suficiente para incrementar os valores do índice SPAD e teor de N. Os valores de SPAD e o teor de N na folha correlacionaram-se positivamente, podendo o clorofilômetro ser utilizado na indicação de possível deficiência de N para a cultura do painço.

Palavras-chave: clorofila, leitura SPAD, nutrição mineral, diagnose foliar.

RELATIONSHIP BETWEEN CHLOROPHYLL METER READINGS AND TOTAL N IN FALL PANICUM LEAVES (*Panicum miliaceum* L.) AS AFFECTED BY NITROGEN TOPDRESSING

ABSTRACT - A portable chlorophyll-content meter for proportional estimate determinations (SPAD-502 indices) allows instant readings, and may be ideal to predict

N requirements, since the method used in the laboratory is time-consuming and destructive. Consequently, this work's objective was to evaluate the relationship between chlorophyll meter readings and total N contents in leaves of fall panicum plants, at the stage prior to flowering, as affected by topdressing N levels. The experiment was installed in asbestos cement boxes (50 L), under a plastic tunnel, at Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Botucatu (SP), using a randomized block experimental design organized as a 2×6 factorial arrangement, in which treatments consisted of 2 fall panicum cultivars (AL Mogi and AL Tibagi) and 6 nitrogen fertilization levels (0, 40, 80, 120, 160, and 200 mg L⁻¹). The SPAD index values (chlorophyll) in leaves, as measured with the chlorophyll meter, and total N content variables were analyzed. The data were submitted to analysis of variance, means comparison, polynomial regression, and simple linear correlation analyses. The cultivars showed similar behavior for the evaluated variables, as a function of N topdressing fertilization. The application of 40 mg L⁻¹ N on fall panicum was sufficient to increase SPAD index and N content values. The SPAD and N content values in the leaves were positively correlated. This means that the chlorophyll meter can be used to indicate potential N deficiency in fall panicum.

Key words: chlorophyll, SPAD reading, mineral nutrition, leaf diagnostics.

O painço (*Panicum miliaceum* L.) é uma gramínea de ciclo anual, sendo cultivado para produção de grãos, para utilização na alimentação animal (Furuhashi, 1995), principalmente de pássaros em cativeiro. É também empregado na indústria cervejeira, misturado em pequena proporção com a cevada (Lima *et al.*, 2000a e b). Pouco conhecido no Brasil e de reduzida expressão econômica quando comparado às culturas tradicionais, o painço está sendo experimentado como espécie de cobertura do solo no sistema de plantio direto (Lima *et al.*, 2000b; Lima, 2001), podendo tornar-se uma opção de cultivo na safrinha e no período de primavera-verão (Lima *et al.*, 2000b), aumentando-se, assim, a necessidade de pesquisas com essa cultura.

Para a maximização da produtividade biológica e econômica, a disponibilidade ou o fornecimento dos nutrientes é fundamental, principalmente o nitrogênio, que, em geral, é o elemento exigido em maior quantidade pelas plantas (Malavolta, 1979). Quando as plantas são defici-

entes nesse elemento, apresentam as folhas com coloração entre verde-pálido e amarelada. O nitrogênio é necessário para síntese da clorofila e, como parte dessa molécula, está envolvido na fotossíntese (Lima *et al.*, 2001). Na falta do nitrogênio fornecido via solo, a planta degrada a molécula de clorofila, retranslocando o N para regiões de crescimento ativo, onde esse realiza suas funções (Furlani Júnior *et al.*, 1996). Assim, persistindo a deficiência de N e havendo a redução no teor de clorofila, as plantas não utilizam a luz do sol como fonte de energia para levar a efeito funções essenciais, como a absorção de outros nutrientes e a produção de carboidratos, para o seu crescimento e desenvolvimento (Instituto, 1998).

Os métodos tradicionalmente empregados para a determinação do teor de clorofila nas folhas são destrutivos e muito trabalhosos nos processos de extração e quantificação, sendo realizados em laboratório, o que impede a sua utilização para predizer deficiências de N de forma rápida e rotineira (Argenta *et al.*, 2001; Godoy,

2002). Com a invenção de um medidor portátil de leitura direta que estima proporcionalmente o teor de clorofila (Minolta, 1989), medindo a intensidade de coloração verde da folha (quantidade de luz absorvida pelo pigmento), é possível obter os valores em campo, de forma instantânea e de modo não-destrutivo (Furlani Júnior et al., 1996; Malavolta et al., 1997; Godoy, 2002).

O nitrogênio é o macroelemento para o qual não se dispõe de método eficaz para avaliar sua carência no solo (Furlani Júnior et al., 1996) e não há um índice de teor no solo que sirva como indicativo para a recomendação de adubação. Tal fato deve-se à dinâmica complexa desse nutriente (lixiviação, imobilização-mobilização, desnitrificação, mineralização etc), podendo o seu teor variar, no campo, logo após uma chuva e mesmo em amostras embaladas (Godoy, 2002). Dessa forma, a determinação do grau de coloração verde das folhas, por meio de um colorímetro portátil, pode estimar o teor de clorofila e indicar o nível de N nas plantas de painço, uma vez que, de acordo com Malavolta et al. (1997), clorofila e nitrogênio correlacionam-se positivamente.

Furlani Júnior et al. (1996), Chapman & Barreto (1997), Booji et al. (2000), Argenta et al. (2001) e Godoy (2002) observaram, em seus experimentos, que a clorofila se correlacionou positivamente com o teor de N na parte aérea das plantas. Nesse contexto, o clorofilômetro está sendo usado para prever a necessidade da adubação nitrogenada em várias culturas, dentre elas o arroz (Stalin et al., 2000), o milho (Argenta et al., 2001; Godoy, 2002), o feijão (Furlani Júnior et al., 1996) e o trigo (Bredemeier, 1999), sendo que, para a cultura do painço, isso ainda não foi verificado.

Portanto, é importante estabelecer a correlação entre a leitura do clorofilômetro e o teor total de N das folhas, para as condições brasilei-

ras, com genótipos específicos, como a planta de painço, realizando-se as modificações necessárias na metodologia de utilização do clorofilômetro (Godoy, 2002). Nesse sentido, inacurácias do aparelho devem ser levadas em conta, como nos casos em que houver uma absorção excessiva de N (consumo de luxo), sem que haja aumento na intensidade de coloração verde das folhas, pois, segundo Crusciol et al. (2001), maior disponibilidade e consumo do nutriente em questão não fazem com que a planta produza clorofila além do que necessita. Fato inverso também deve ser observado quando é detectado um amarelecimento das folhas, sendo teoricamente considerado como um indicativo de deficiência de N, mas que pode ser ocasionado por outros fatores, como a deficiência de outros elementos minerais ou mesmo pelo ataque de pragas e doenças, além de estresse hídrico e da interação de todos esses fatores entre si. Essas condições não inviabilizam a utilização do aparelho, desde que os fatores de interferência anteriormente citados possam ser identificados e não levados em conta no momento da leitura do clorofilômetro.

Sendo o painço uma cultura pouco conhecida no país, há necessidade de desenvolver técnicas culturais adequadas, em que o uso do clorofilômetro em relação ao nitrogênio traz algo de novo para essa espécie. Assim, com o presente trabalho, objetivou-se avaliar a relação entre as leituras fornecidas pelo clorofilômetro (índice SPAD) e o teor total de N na folha de plantas de painço, no estádio imediatamente anterior ao início do florescimento, em função de diferentes níveis de nitrogênio aplicados em cobertura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em túnel de plástico, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA/

UNESP – Botucatu (SP), sendo instalado em março de 2002. As coordenadas geográficas são 48° 26' de Longitude Oeste e 22° 51' de Latitude Sul e altitude de 740 m, com temperatura média durante o transcorrer do trabalho em torno de 24 °C.

Utilizaram-se caixas de cimento-amianto, com capacidade de 50 L, 30 cm de profundidade efetiva. As mesmas foram preenchidas com amostras da camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura média (Sistema, 1999), com os seguintes atributos químicos: 2 mg dm⁻³ de P; 23 g dm⁻³ de M.O.; pH CaCl₂ = 4,7; 0,1; 6; 7; 34; 13; 48 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, respectivamente, e V% = 27, descrito em Raij *et al.* (2001).

A terra coletada foi previamente misturada com 62 g de calcário (PNRT = 90), para elevar a V% a 70%, 5 mg L⁻¹ de N (uréia), 150 mg L⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples), 150 mg L⁻¹ de K₂O, 1 mg L⁻¹ de B (ácido bórico) e 5 mg L⁻¹ de Zn. Em seguida, as caixas foram preenchidas e as terras niveladas e umedecidas até atingirem aproximadamente 80% da capacidade de campo. As caixas foram cobertas com lona de plástico e, após 21 dias, as amostras apresentavam os seguintes atributos químicos: 88 mg dm⁻³ de P; 20 g dm⁻³ de M.O.; pH CaCl₂ = 5,4; 2,2; 37; 16; 22; 55; 77 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, respectivamente, e V% = 71.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x6, em que os tratamentos utilizados foram duas cultivares de painço (Al Mogi e Al Tibagi) e seis quantidades diferentes de adubação nitrogenada (0, 40, 80, 120, 160 e 200 mg L⁻¹ de N, na forma de uréia, para cada caixa de 50 L com solo), com quatro repetições. A semeadura, com doze sementes por caixa, foi realizada no dia 9 de abril de 2002, ocorrendo a emergência em 12 de abril,

sendo que, posteriormente, realizou-se desbaste, deixando-se nove plantas por caixa. As sementes utilizadas foram provenientes do Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes da CATI e ambas as cultivares apresentam ciclo de 60 a 80 dias, podendo ser semeadas na safra normal (setembro/dezembro) ou em safrinha (janeiro/março). Como principal diferencial morfológico, a cultivar Al Mogi possui panículas abertas e a Al Tibagi, fechadas. A adubação de cobertura (tratamentos) foi realizada aos 25 dias após a emergência (DAE), no início do perfilhamento das plantas de painço.

As irrigações foram realizadas por meio de regadores, com turno de rega de dois dias. As plantas daninhas emergidas foram controladas por meio de mondas. O controle de pragas foi efetuado com uma pulverização de inseticida à base de deltamethrin, aos 25 DAE.

O início do florescimento das plantas ocorreu no dia 25 de maio, aos 44 DAE. Aproximadamente uma semana antes desse estágio, foram feitas as seguintes avaliações:

Determinado por meio de um medidor portátil Chlorophyll Meter, modelo SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development). O aparelho possui dois LEDs (diodo emissor de luz) posicionados na ponta do medidor, que emitem luz na faixa de 600 a 700 nm e na faixa de 860 a 1060 nm, em seqüência, quando está fechado (Godoy, 2002). A luz passa pela janela de emissão, sendo que a parte que atravessa a folha atinge um receptor (fotodiodo de silicone) e é convertida em sinais elétricos, amplificados e transformados em sinais digitais, sendo usados por um microprocessador para calcular os valores SPAD, que são mostrados num visor. Os valores obtidos são proporcionais ao teor de clorofila presente na folha (Argenta *et al.*, 2001), pois as faixas de comprimento de onda utilizadas no equipamen-

to foram baseadas nos dois picos de absorvência da clorofila “in vitro” (Godoy, 2002). Ressalta-se que a precisão do aparelho é de uma unidade SPAD, para valores entre 0 e 50 unidades SPAD (Godoy, 2002), e que a sua utilização exige, entre algumas condições, que a única variável influenciando a concentração de clorofila deva ser o N foliar, pelo fato de que, segundo Malavolta et al. (1997), quase todas as deficiências e, em alguns casos, os excessos, causam clorose.

As leituras foram realizadas no período da manhã, à sombra, para evitar a incidência direta da luz solar sobre o clorofilômetro. Amostraram-se duas plantas por caixa, sendo cinco pontos de coleta por planta, ou seja, dez por caixa, sempre no terço médio das folhas bandeiras, evitando-se áreas necrosadas pelo ataque de pragas e doenças, bordas do limbo foliar e a nervura central. O estágio fenológico de amostragem foi anterior ao início do florescimento pois em termos práticos, ainda haveria tempo de intervir na correção de uma provável deficiência de nitrogênio.

Imediatamente após a leitura dos valores de índice SPAD, fez-se o corte das mesmas folhas utilizadas nessa determinação direta, que estima proporcionalmente o teor de clorofila, sendo as mesmas acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa, à temperatura de 60°C, com circulação forçada de ar por 48 horas. Em seguida, realizou-se a moagem do material, em moinho tipo Willey, para ser analisado o teor de N, de acordo com o método descrito por Malavolta et al. (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para o fator cultivar, foi realizada comparação de médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, enquanto, para o fator níveis de N em cobertura, realizou-se análise de regressão polinomial, sendo selecionadas as re-

gressões com maior coeficiente de determinação (R^2), dentre as significativas pelo teste F. Os resultados obtidos dos valores de índice SPAD e do teor total de N na folha também foram submetidos a estudo de correlação linear simples (r). Todos os cálculos foram realizados por meio do programa computacional SANEST, conforme Zonta & Machado (1991).

Resultados e Discussão

Como pode ser observado na Tabela 1, não houve influência significativa das cultivares utilizadas e da interação entre os fatores cultivares de painço e níveis de nitrogênio em cobertura, em nenhuma das variáveis avaliadas. Nesse sentido, em trabalho realizado por Furuhashi (1995), estudando o efeito de níveis e épocas da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do painço, concluiu-se que a aplicação de N não influenciou a produtividade de grãos, provavelmente pelo fato de sua área experimental ter sido cultivada anteriormente por mucuna-preta, que é uma leguminosa com alto poder de fixação do N_2 atmosférico.

O fator quantidade de nitrogênio afetou significativamente as duas variáveis (Tabela 1). Os valores de índice SPAD se ajustam à função quadrática (Figura 1a), observando-se que bastou a aplicação do menor nível de N em cobertura (40 mg L^{-1}) para que os valores tendessem à estabilização, sendo o ponto de máxima na dose de 157 mg L^{-1} de N. Esse comportamento corrobora os resultados obtidos por Crusciol et al. (2001), em que os maiores níveis de N disponíveis no solo e o maior consumo desse elemento não fizeram com que as plantas produzissem clorofila além do que necessitavam. Portanto, o medidor portátil SPAD-502 mostra-se ineficaz em identificar o consumo de luxo de N, pois o aparelho mede a intensidade de coloração verde e o

TABELA 1. Resumo da análise de variância dos dados referentes aos valores de índice SPAD (estimativa proporcional do teor de clorofila) e o teor total de N nas folhas de plantas de painço, em função de cultivares e da adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, SP, 2002.

Fatores	Índice SPAD (Clorofila)	N Total (g kg ⁻¹)
	Valor de F	
Cultivar (C)	0,37ns	0,01ns
N em cobertura (N)	31,30**	47,43**
Interação CxN	1,44ns	2,24ns
N em cobertura		
R.L.	98,21**	101,26**
R.Q.	45,01**	99,52**
Cultivar		
AL Mogi	31,1 a	31,9 a
AL Tibagi	30,7 a	31,9 a
CV (%)	6,2	9,1

** e ns são respectivamente significativo a 1% e não significativo pelo teste F. Para o fator Cultivares médias seguidas por letras iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

nitrogênio que não estiver incorporado a moléculas de clorofila não refletirá na variação da intensidade dessa coloração (Godoy, 2002). Todavia, deve-se destacar que a estimativa proporcional do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta algumas vantagens sobre o método laboratorial de extração de clorofila, pois as leituras podem ser realizadas em poucos minutos, o aparelho tem baixo custo de manutenção, não há necessidade de envio de amostras para laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e podem ser realizadas quantas leituras forem necessárias, sem implicar destruição de folhas (Argenta et al., 2001).

Na Tabela 1 e na Figura 1b, verifica-se que o teor total de N na folha das plantas de painço ajustaram-se à função quadrática, apre-

sentando o ponto de máxima com a dose de 130 mg L⁻¹ de N. Silva et al. (1999) constataram resposta crescente do teor total de N em plantas de feijão à aplicação de N em cobertura, assim como Alejo & Crocomo (1981) observaram, em cana-de-açúcar, que o teor total de N aumentou quando foi aplicada uréia. Maman et al. (1999) também observaram acréscimo no teor de N na matéria seca de híbridos de milho com a aplicação de N mineral.

Para os autores supracitados, o fato deve-se, provavelmente, a maior rapidez na elaboração de compostos nitrogenados, em função da maior disponibilidade do NH₄⁺ resultante da hidrólise de uréia, apesar de o N total também poder conter N inorgânico na forma de NO₃⁻, também oriundo das transformações da uréia no solo.

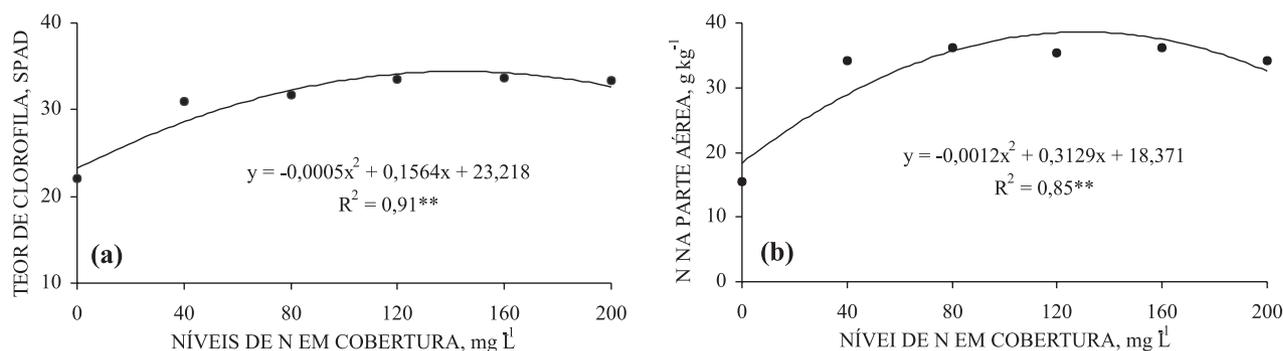


FIGURA 1. Valores de índice SPAD (estimativa proporcional do teor de clorofila) (a) e o teor total de N (b), nas folhas de plantas de painço, em função da adubação nitrogenada aplicada em cobertura. Botucatu (SP), 2002.

Os níveis críticos de N para várias espécies foram estabelecidos após anos de pesquisa, devido a suas particularidades. Contudo, como não foi encontrado, na literatura, o teor adequado de N na folha ou na parte aérea para a cultura do painço, utilizou-se como comparação o nível crítico (análises de folhas) para as culturas do milho, trigo e arroz (Malavolta et al., 1997). Assim, na Figura 1b, observa-se que apenas o tratamento sem aplicação de N em cobertura (testemunha) apresentou teor (27 g kg^{-1}) abaixo da faixa considerada adequada para o milho ($27,5$ a $32,5 \text{ g kg}^{-1}$) e para o trigo ($30,0$ a $33,0 \text{ g kg}^{-1}$), segundo Malavolta et al. (1997), sendo que, com os demais níveis de N, as plantas de painço apresentaram, anteriormente ao início do florescimento, teores superiores desse nutriente na folha. Nesse contexto, a determinação do nível crítico de N para a cultura do painço pode ser um importante objetivo de estudo de futuros trabalhos, sendo posteriormente possível, também, o desenvolvimento de uma outra pesquisa, com o objetivo de determinar as necessidades de N, ou seja, o quanto aplicar a partir da utilização de um clorofilômetro.

Ao serem comparados os teores de N apresentados na Figura 1b com o nível adequado

para o arroz ($40,0$ a $48,0 \text{ g kg}^{-1}$), verifica-se que somente a testemunha ficou muito aquém, enquanto, para os demais tratamentos, os valores ficaram próximos. Dessa forma, de modo geral, pode-se inferir que a menor dose de N em cobertura (40 mg L^{-1}) foi suficiente no suprimento das necessidades nutricionais das plantas de painço por esse elemento. Talvez, com o crescimento das áreas cultivadas com painço, a busca, pelos produtores por novos genótipos faça com que os órgãos de pesquisa e as empresas produtoras de sementes, desenvolvam novos materiais melhorados geneticamente (cultivares e híbridos), com maior potencial produtivo, sendo, contudo, mais exigentes e responsivos à adubação nitrogenada.

Como houve comportamento semelhante entre os valores do índice SPAD e o teor total de N na folha de painço, conforme os níveis de N em cobertura (Figura 1), realizou-se análise de correlação simples (r) entre essas duas variáveis, ficando evidenciada a existência de correlação positiva e significativa ($r = 0,69^{**}$), sendo que, por meio da Figura 2, constata-se que o teor total de N na folha aumentou linearmente à medida que houve aumento nos valores do índice SPAD, sugerindo que o uso do clorofilômetro pode ser empregado na indicação de possível deficiência

de N na cultura do painço. Isso concorda com Furlani Júnior *et al.* (1996) e Godoy (2002), que afirmaram a possibilidade de usar o clorofilômetro na indicação da deficiência de N em feijoeiro e milho, respectivamente. Com isso, Argenta *et al.* (2001), em experimento correlacionando o teor de N foliar de milho e a leitura no clorofilômetro, vão mais além, concluindo que esse método pode ser bem empregado, dependendo do estágio fenológico da cultura, pois, nas fases iniciais de desenvolvimento, os valores das leituras não são muito precisos. Portanto, faz-se necessária a normatização para a realização das leituras no medidor de clorofila SPAD-502, nas diferentes condições edafoclimáticas, para os inúmeros genótipos, distintos estádios de desenvolvimento e em várias práticas culturais, pois a falta de controle desses fatores pode limitar a confiabilidade na indicação de possível deficiência de N e no diagnóstico do teor desse elemento na folha (Costa *et al.*, 2001).

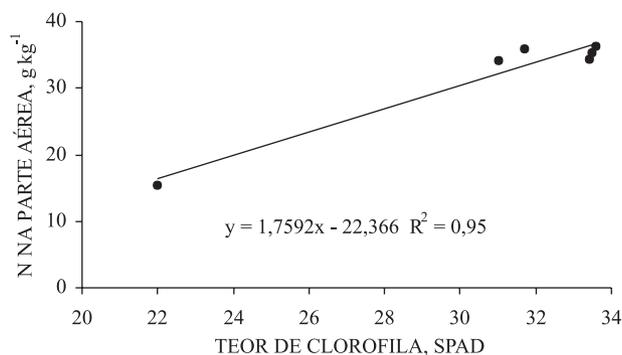


FIGURA 2. Relação entre o teor total de N e a leitura do clorofilômetro, na média das duas cultivares de painço.

Por fim, a maior diferença observada nas variáveis avaliadas foi verificada entre o tratamento sem aplicação de N (testemunha) e a menor dose desse nutriente (40 mg L⁻¹), tanto para os valores do índice SPAD quanto para o teor

total de N na folha, sendo menores as diferenças verificadas entre as demais doses aplicadas, em que 80, 120, 160 e 200 mg L⁻¹ de N praticamente não alteraram os resultados. Este fato encontra-se apresentado na dispersão de dados contidos nas Figuras 1a e 1b, em que rigorosamente vê-se que, nos níveis de 40 até 200 mg L⁻¹ de N em cobertura, praticamente não houve diferenças. Essa condição, por outro lado, explica o porquê da reta apresentada na Figura 2, devendo-se considerar o crescimento linear entre o primeiro ponto sem adubação nitrogenada e os demais com adubação, havendo uma tendência de os quatro últimos pontos formarem um platô, pois praticamente não responderam aos diferentes níveis de adubação nitrogenada de cobertura.

Portanto, as cultivares AL Mogi e AL Tibagi apresentaram comportamento semelhante para as variáveis avaliadas, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Já a aplicação de 40 mg L⁻¹ de N em cobertura, na cultura do painço, foi suficiente para incrementar os valores de índice SPAD e o teor total de N na folha. Quanto aos valores de índice SPAD e o teor total de N na folha, correlacionaram-se positivamente, podendo o clorofilômetro ser utilizado na indicação de possível deficiência de N, para a cultura do painço.

Literatura Citada

ALEJO, N. O.; CROCOMO, O. J. Biochemical and physiological aspects of sugarcane. II. Effect of NO₃⁻-N, NH₄⁺-N and urea-N on carbohydrate level and growth of cv. NA56-79. **Energia Nuclear na Agricultura**, Piracicaba, v. 3, p. 137-151, 1981.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teo-

res de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.13, p.158-167, 2001.

BOOJI, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D. K. L. (Ed.). **Management of nitrogen and water in potato production**. Wageningen: Wageningen Academic, 2000. p.72-82.

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

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, p. 557-562, 1997.

COSTA, C.; DWYER, L. M.; DUTILLEUL, P.; STEWART, D. W.; MA, B. L.; SMITH, D. L. Inter-relationships of applied nitrogen, spad, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, p. 1173-1194, 2001.

CRUSCIOL, C. A. C.; ANDREOTTI, M.; LIMA, E. do V.; FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J. Teores de nutrientes, concentração de clorofila e produtividade de grãos do feijoeiro em função da adubação nitrogenada de semeadura ou em cobertura. **Rev. de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, p. 101-114, 2001.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; GRASSI

FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, p. 171-175, 1996.

FURUHASHI, S. **Efeito de doses e de época de aplicação de nitrogênio na cultura do painço em sucessão a mucuna preta**. 1995. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GODOY, L. J. G. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila**. 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

INSTITUTO DE POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

LIMA, E. do V. **Alterações dos atributos químicos do solo e resposta da soja à cobertura vegetal e à calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta**. 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LIMA, E. do V.; ARAGÃO, C. A.; MORAIS; O. M.; TANAKA, R.; GRASSI FILHO, H. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 125-129, 2001.

LIMA, E. do V.; CAVARIANI, C.; LIMA, P. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; NAKAGAWA, J.; VILLAS BOAS, R. L. Qualidade fisiológica de sementes de painço (*Panicum dichotomiflorum*

Mix.) em função do tempo de mistura com o superfosfato triplo. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, p.177-189, 2000a.

LIMA, E. do V.; CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, P. L.; ROSOLEM, C. Produção de matéria seca, teores e acúmulo de macronutrientes em plantas de sorgo, milho e painço na implantação do sistema de plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**: [resumo expandido]... Sete Lagoas: ABMS, Embrapa Milho e Sorgo, Universidade Federal de Uberlândia, 2000b. CD-ROM.

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. São Paulo: Ceres, 1979. p.26-30.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MAMAN, N.; MASON, S. C.; GALUSHA, T.; CLEGG, M. D. Hybrid and nitrogen influence on pear millet production in Nebraska: yield, growth, and nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, p. 737-743, 1999.

MINOLTA CAMERA, Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments, 1989. 22 p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2001. 285 p.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. C.; DOURADO, M. C.; ALVES, M. C. Diferentes doses e épocas de aplicação de N, e sua influência na matéria seca das plantas e N total em folhas de feijão. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 8, p. 117-129, 1999.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

STALIN, P.; THIYAGARAJAN, T. M.; RAMANATHAN, S.; SUBRAMANIAN, M. Comparing management techniques to optimize fertilizer N application in rice in the Cauvery Delta of Tamil Nadu, India. **International Rice Research Notes**, Manila, v. 25, n. 2, p. 25-26, 2000.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Manual do SANEST**: sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1991. 102 p.