

## RELAÇÃO DO ÍNDICE SPAD, DETERMINADO PELO CLOROFILÔMETRO, COM TEOR DE NITROGÊNIO NA FOLHA E RENDIMENTO DE GRÃOS EM TRÊS GENÓTIPOS DE MILHO

RAIMUNDO NONATO CARVALHO ROCHA<sup>1</sup>, JOÃO CARLOS CARDOSO GALVÃO<sup>2</sup>, PAULO CESAR TEIXEIRA<sup>1</sup>, GLAUCO VIEIRA MIRANDA<sup>2</sup>, ERNANI LUIZ AGNES<sup>2</sup>, PAULO ROBERTO GOMES PEREIRA<sup>2</sup>, UBERLANDO TIBURTINO LEITE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Embrapa Amazônia Ocidental, Km 29 da AM 010, Caixa Postal 319, Cep: 69.011-970, Manaus, AM. E-mail: rocha@cpa.embrapa.br (Autor para correspondência).*

<sup>2</sup>*Depto. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36.571-000, Viçosa, MG.*

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, n.2, p.161-171, 2005*

**RESUMO** – O objetivo desse trabalho foi avaliar a precisão da leitura do clorofilômetro (índice SPAD) na diagnose precoce do conteúdo de N em folhas de milho e no rendimento de grãos e proporcionar subsídios para recomendação da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido com três híbridos de milho (DKB333B, P32R21 e AG9010), seis formas de aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N durante o ciclo da cultura: 100% na semeadura (S), 40% na S e 60% quando as plantas apresentavam quatro folhas completamente desenvolvidas (4<sup>a</sup> folha), 40% na S e 60% quando as plantas apresentavam oito folhas completamente desenvolvidas (8<sup>a</sup> folha), 20% na S e 80% na 4<sup>a</sup> folha, 20% na S e 80% na 8<sup>a</sup> folha, 20% na S, 40% na 4<sup>a</sup> folha e 40% na 8<sup>a</sup> folha. Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas com quatro repetições, em que os híbridos e adubação nitrogenada foram casualizados nas parcelas e nas subparcelas, respectivamente. Foram feitas determinações do teor de clorofila na folha (índice SPAD, avaliado com clorofilômetro) e do teor de N total na folha nas fases de 4<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> folhas e florescimento, bem como avaliado o rendimento de grãos ao final do experimento. A leitura obtida pelo clorofilômetro portátil foi eficiente para diagnose precoce do teor de N na 4<sup>a</sup> folha das cultivares de milho AG9010 (superprecoce) e P32R21 (precoce). Para o híbrido DKB333B (normal), não houve correlação entre o índice SPAD e o teor de N na 4<sup>a</sup> folha completamente expandida.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, produtividade, adubação nitrogenada, diagnose precoce, análise foliar.

### RELATIONS BETWEEN THE SPAD INDEX DETERMINED BY CHLOROPHYLL METER WITH NITROGEN CONTENT IN LEAVES AND GRAIN YIELD IN MAIZE GENOTYPES

**ABSTRACT** – The objective of this work was to evaluate the accuracy of the chlorophyll meter readings (SPAD index) for early assessing nitrogen content on maize leaves and to proportionate subsidies for recommending nitrogen fertilization. The assay was carried out with three simple maize hybrids (DKA333B, P32R21 and AG9010) and six forms of nitrogen application during crop cycle, totaling 120 kg ha<sup>-1</sup>: 100% at sowing stage (S); 40% at S and 60% at 4<sup>th</sup> leaf stage; 40% at S and 60% at 8<sup>th</sup> leaf stage; 20% at S and 80%

at 4<sup>th</sup> leaf stage; 20% at S and 80% at 8<sup>th</sup> leaf stage and 20% at S, 40% at 4<sup>th</sup> leaf stage and 40% at 8<sup>th</sup> leaf stage. The experiment was arranged in randomized blocks with four replications in split-plot design, being maize hybrids the plot and portioning of nitrogen fertilization the split. Determinations of the leaf chlorophyll content (SPAD index), evaluated with the chlorophyll meter, leaf nitrogen content, and grain yield were done. The chlorophyll meter readings were efficient to provide early diagnose of nitrogen content at the fourth tally expanded leaf of maize cultivars AG9010 (super-early cycle) and P32R21 (early cycle). Concerning the hybrid DKB333B (normal cycle) there was no correlation between chlorophyll meter reading (SPAD index) and nitrogen content on the fourth fully expanded leaf.

**Key-words:** *Zea maiz*, yield grain, nitrogen fertilization, precocious diagnose, leaf analysis.

A grande preocupação com o manejo da adubação nitrogenada em milho é um indicativo do quão importante é o nitrogênio (N) para a obtenção do rendimento econômico máximo dessa cultura. Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos de milho varie de 20 a 28 kg ha<sup>-1</sup>. A sua absorção pela planta ocorre durante todo o ciclo vegetativo, sendo pequena nos primeiros 30 dias. Nessa etapa, as plantas absorvem menos de 0,5 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de N (Schoroder *et al.*, 2000), porém, a ocorrência de deficiência de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura reduz o número de óvulos nos primórdios da espiga (Schoroder *et al.*, 1998). Dessa maneira, a adequada disponibilidade de N é importante durante todo o ciclo da cultura.

As recomendações de N, em geral, têm sido baseadas em estudos passados (relacionando-se doses aplicadas e rendimentos obtidos) ou no futuro (predição do eventual rendimento). Considerando a variabilidade do clima e a necessidade de recomendar a adubação nitrogenada, essa tem sido, em muitos casos, sub ou superestimada, diminuindo os lucros do agricultor, pelo gasto desnecessário com compra do adubo nitrogenado, além de causar prejuízos ao meio ambiente, decorrentes da lixiviação de nitrato em condições de excesso de N (Schoroder *et al.*, 1998).

A sub ou superestimativa da dose de N a ser utilizada ocorre rotineiramente no sistema convencional de recomendação (aplicação de 1/3 na semeadura e o restante em cobertura), pelo fato de serem adotados conjuntos de práticas culturais em lavouras sem considerar suas particularidades. Por esse motivo, haverá áreas (manchas) em que a adubação aplicada estará abaixo da necessidade das plantas (subdose) e outras em que estará acima da necessidade (Argenta *et al.*, 2003).

Alguns métodos de previsão da necessidade de N durante o desenvolvimento vegetativo da planta de milho têm sido propostos (Sims *et al.*, 1995). Baseados em análises químicas do solo e em análises laboratoriais de amostras de tecido, tais métodos têm a vantagem de apresentar alta correlação com o rendimento de grãos e aceitável nível de exatidão. No entanto, por serem laboratoriais, apresentam as desvantagens de despender tempo e trabalho, envolver despesas com coleta, processamento e análises de amostras e, principalmente, não possibilitam a correlação da deficiência de N na planta no mesmo ano agrícola, servindo apenas com critério indicativo para os próximos anos (Argenta *et al.*, 2001).

O emprego do medidor portátil de clorofila, equipamento que permite medições instan-

tâneas do teor de clorofila na folha por meio do índice SPAD (Minolta, 1989), constitui alternativa promissora para avaliação do nível de N nas plantas (Argenta *et al.*, 2001), possibilitando o manejo mais eficiente da adubação nitrogenada. Além disso, ele poderá permitir a sincronização da aplicação do nitrogênio com a época de demanda do nutriente pela planta.

Na cultura do milho, estão sendo estudadas as associações entre leitura do medidor de clorofila e rendimento de grãos. Piekielek & Fox (1992) relataram que leituras com medidor de clorofila, no estágio de seis folhas, poderiam prever a resposta do rendimento de grãos à aplicação de N em cobertura. No entanto, Waskom *et al.* (1996) não observaram correlação das leituras do medidor de clorofila nesse estágio com rendimento de grãos. Já no estágio de dez folhas, Wood *et al.* (1992) verificaram que, tanto o teor de N na planta como as leituras do teor de clorofila feitas com o medidor portátil correlacionam-se positivamente com rendimento de grãos. Medições realizadas em estádios de desenvolvimento mais tardios, como floração, predizem melhor o rendimento de grãos (Sunderman *et al.*, 1997).

Indicadores do nível de N na cultura do milho mostram que o índice SPAD apresenta alta relação com o rendimento de grãos de milho, sendo essa similar à verificada entre o teor de N na folha índice (primeira folha abaixo da espiga) e

o rendimento de grãos (Argenta *et al.*, 2002). Esse resultado evidencia que o teor relativo de clorofila na folha de milho está altamente associado com o rendimento de grãos e que pode substituir a determinação do teor de N na folha, para diagnóstico do nível desse nutriente na planta.

Argenta *et al.* (2001) sugerem que níveis adequados de N em plantas de milho são indicados por valores de SPAD de 45,4, 52,1, 55,3 e 58,0, nos estádios de três a quatro folhas, seis a sete folhas, 10 a 11 folhas completamente expandidas e de espigamento, respectivamente.

O objetivo desse trabalho foi correlacionar a leitura do clorofilômetro (índice SPAD) com teores foliares de N em milho e o rendimento de grãos, proporcionando subsídios para diagnose precoce e recomendação de adubação nitrogenada.

### Material e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Experimental do Departamento de Fitotecnia – UFV, situada em Coimbra, Minas Gerais, no período de novembro de 2001 a março de 2002. As coordenadas geográficas da área são 20° 50' 30" S e 42° 48' 30" O, localizada a 715 metros de altitude. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, fase terraço. As propriedades químicas e físicas do solo são apresentadas na Tabela 1. Os valores

**TABELA 1.** Propriedades químicas e físicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm

pH	P	K	Na	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	M.O.	Argila
	--mg/dm <sup>3</sup> --		-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----								-----%-----		----g/kg----	
5,18	5	95	2	2,18	0,82	0,1	3,2	3,0	3,33	6,19	52	3,0	27,0	700

pH em água: relação 1 : 2,5

Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup>: Extrator KCl 1 mol/L

P, K e Na: Extrator Mehlich-1

H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>: Extrator Acetato de cálcio 0,5 mol/L, pH 7,0

Matéria Orgânica (M.O) = C (carbono orgânico) x 1,724 - Walkley-Black

acumulados de precipitação pluvial média e a temperatura média por decênio, durante o período experimental, foram 56 mm e 23°C respectivamente (Figura 1).

Os híbridos de milho (*Zea mays* L.) DKB333B, P32R21 e AG9010 foram submetidos à dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicada das seguintes formas (épocas): 100% na semeadura (S), 40% na S e 60% quando as plantas apresentavam quatro folhas completamente expandidas (4ª folha), 40% na S e 60% quando as plantas apresentavam oito folhas completamente expandidas (8ª folha), 20% na S e 80% na 4ª folha, 20% na S e 80% na 8ª folha, 20% na S, 40% na 4ª folha e 40% na 8ª folha. Esses tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas com quatro repetições, em blocos ao acaso, sendo os híbridos e os parcelamentos de N casualizados nas parcelas e nas subparcelas, respectivamente.

A aplicação do N em cobertura foi iniciada no estágio de 4ª folha, em razão de esse estágio corresponder à fase do ciclo do milho em que se inicia a definição do número de fileiras da espiga (Schreiber *et al.*, 1988). Portanto, o suprimento de N nesse estágio é fundamental para evitar prejuízos ao rendimento de grãos, ocasionados pela deficiência do nutriente, e, por conseguinte, interferência na correlação entre rendimentos de grãos e a leitura SPAD.

Cada parcela foi constituída por 18 linhas de 41 m de comprimento, espaçadas entre si 0,90 m, perfazendo a área total de 664,2 m<sup>2</sup>. A subparcela, por sua vez, foi constituída por seis linhas de 5 m de comprimento, apresentando área total de 27 m<sup>2</sup>. Após desbaste, foram deixadas cinco plantas por metro linear, resultando na população de 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>. Foram consideradas como bordadura as quatro fileiras externas

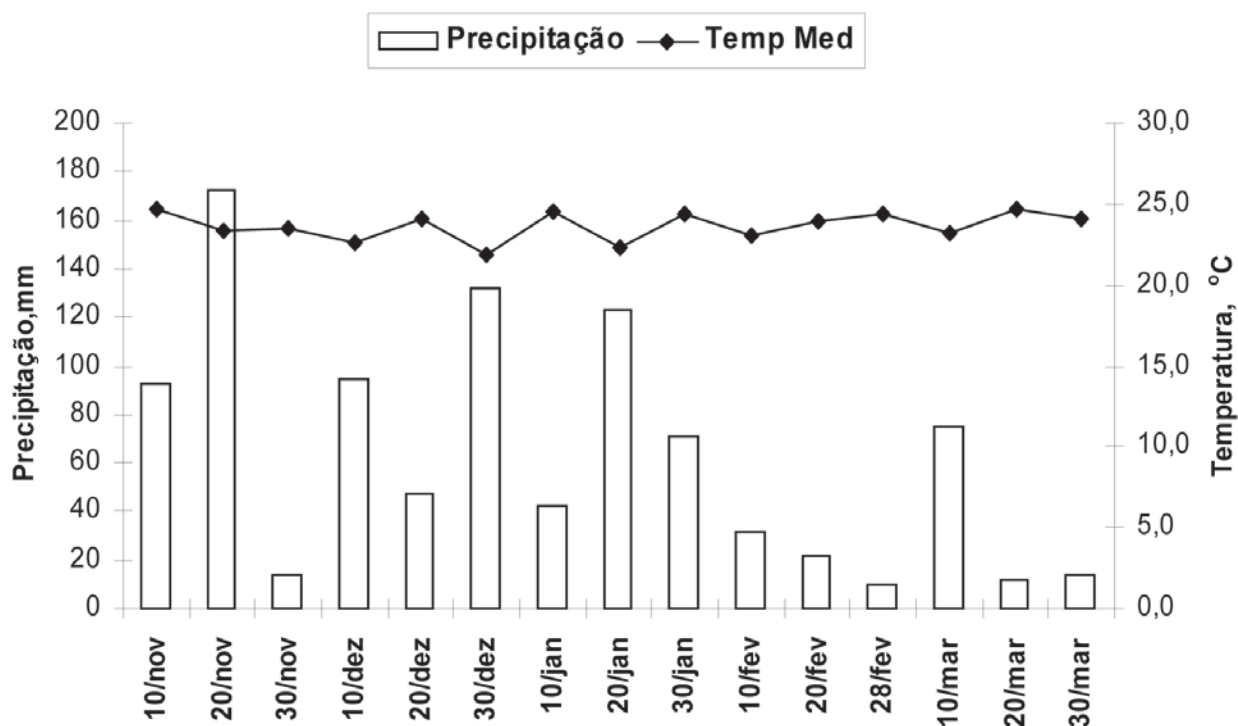


FIGURA 1. Valores acumulados de precipitação pluviométrica média e temperatura média por decênio, durante o período em estudo (2001-2002).

de cada subparcela, além de 0,5 m das extremidades das duas linhas centrais. Assim, a área útil da subparcela foi constituída pelas duas fileiras centrais, totalizando 7,2 m<sup>2</sup>.

A adubação de plantio consistiu de aplicação de 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8:28:16 (NPK) em todos os tratamentos. Logo após a semeadura, foram aplicados 24 e 96 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, nos tratamentos que receberam 48 e 120 kg ha<sup>-1</sup> do nutriente na semeadura, uma vez que a adubação de plantio forneceu somente 24 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O controle de plantas daninhas foi realizado quando as plantas de milho se encontravam no estágio de seis folhas completamente desenvolvidas, utilizando herbicida a base de paraquat, em jato dirigido entre as fileiras, na dose de 2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial. O controle de pragas foi realizado nos estádios de 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> folha completamente desenvolvidas, utilizando o inseticida à base de deltametrina, na dose de 1 mL L<sup>-1</sup> do produto comercial em água. As aplicações dos produtos foram realizadas com pulverizador costal.

As seguintes determinações foram realizadas: leitura correspondente ao teor de clorofila na folha (índice SPAD), avaliada em clorofilômetro modelo Minota SPAD-502; teor de N total na folha e rendimento de grãos. As determinações do índice SPAD e do teor de N foram realizadas nos estádios de 4<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> folhas completamente expandidas e no florescimento (após a emissão da inflorescência feminina), utilizando dez folhas, de diferentes plantas, por subparcela. No florescimento, as determinações foram realizadas na folha índice.

As medidas do índice SPAD (duas por folha) foram realizadas nos dois terços inferiores da folha. Após a leitura, as folhas amostradas foram coletadas em separado, para determinação do teor de N.

Para determinação do teor de N, foi seguido método de amostragem sugerido por Malavolta *et al.* (1997): as folhas utilizadas para as leituras foram coletadas e levadas para laboratório, sendo o terço médio longitudinal secado à temperatura de 70°C até peso constante; após, os tecidos foram moídos em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 malhas por polegada. As amostras foram mineralizadas por via úmida, em ácido sulfúrico concentrado e o teor de N-orgânico foi dosado usando-se reagente de Nessler (Jackson, 1958). O N-nitrato foi extraído em água quente (45°C), filtrado em carvão mineral e analisado segundo recomendação de Cataldo *et al.* (1975), sendo o N-total obtido pela somatória de N-orgânico e N-nitrato.

O rendimento de grãos foi estimado a partir da conversão, para hectare, da produção obtida na subparcela. A colheita foi realizada quando os grãos atingiram umidade em torno de 20%. Posteriormente à debulha dos grãos, a umidade foi corrigida para 13%, para a determinação da massa obtida nas subparcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de correlação simples. Essas foram analisadas apenas pelo valor de (r) entre as variáveis estudadas: 1) índice SPAD e teor de N na folha; 2) índice SPAD e rendimento de grãos; 3) teor de N na folha e rendimento de grãos. Em cada correlação, a primeira variável foi considerada independente, e a segunda, dependente.

## Resultados e Discussão

A análise de correlação simples, nesse trabalho, mostrou haver correlação significativa entre o índice SPAD, nos estádios de 4<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> folha completamente expandidas, e o rendimento de grãos. Para o híbrido de ciclo precoce AG9010, a correlação entre o índice na 4<sup>a</sup> folha e o rendimento de grãos foi de 0,87; para a 8<sup>a</sup> folha, foi de

0,96, para o híbrido precoce P32R21, essas correlações foram de 0,81 e de 0,97, respectivamente (Tabelas 2 e 3). A correlação entre o índice SPAD na 4ª e na 8ª folha e o teor de N no florescimento também foi elevado e significativo, concordando com Oliveira (1998).

A correlação positiva e elevada entre essas variáveis é de grande importância para a diagnose precoce de nitrogênio, por ser de baixo custo, ter maior praticidade, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertura com N, sem o comprometimento da

produção. Uma vez que a época de maior demanda de N pelo milho ocorre entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (Arnon, 1975), a correlação positiva entre o índice SPAD na 4ª e 8ª folhas e o rendimento de grãos é importante pelo fato de esses estádios compreenderem a época mais indicada para a aplicação do N em cobertura no milho.

Os resultados apresentados discordam dos obtidos por Argenta *et al.* (2002), trabalhando com os híbridos simples P32R21 e C901, de ciclo precoce e superprecoce, respectivamente.

**TABELA 2.** Análise de correlação simples (r) entre as variáveis dependentes, avaliadas nos estádios de quatro e de oito folhas completamente desenvolvidas e no florescimento feminino (FF) do híbrido de milho AG 9010

Variáveis	-----Índice SPAD-----			-----Teor de N-----		
	4ª folha	8ª folha	FF	4ª folha	8ª folha	FF
Rendimento de grãos	0,87*	0,96*	0,99*	ns	ns	0,90*
Índice SPAD (4ª folha)	-	0,91**	0,85*	0,78*	0,77*	0,82*
Índice SPAD (8ª folha)		-	0,97**	ns	0,76*	0,98**
Índice SPAD (FF)			-	ns	ns	0,93**
Teor de N (4ª folha)				-	0,79*	ns
Teor de N (8ª folha)					-	0,77*

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

ns Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

**TABELA 3.** Análise de correlação simples (r) entre as variáveis dependentes, avaliadas nos estádios de quatro e de oito folhas completamente desenvolvidas e no florescimento feminino (FF) do híbrido de milho P32R21

Variáveis	-----Índice SPAD-----			-----Teor de N-----		
	4ª folha	8ª folha	FF	4ª folha	8ª folha	FF
Rendimento de grãos	0,81**	0,97*	0,97*	0,91*	ns	0,94*
Índice SPAD (4ª folha)	-	ns	ns	0,85*	ns	0,88**
Índice SPAD (8ª folha)		-	0,99**	0,91**	ns	0,87**
Índice SPAD (FF)			-	0,89**	ns	0,88**
Teor de N (4ª folha)				-	ns	0,86**
Teor de N (8ª folha)					-	ns

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

ns Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Utilizando o mesmo sistema de cultivo, esses autores obtiveram uma correlação não significativa entre o índice SPAD, no estádio de 4ª folha, e o rendimento de grãos. Contudo, os resultados de Argenta *et al.* (2002) são coerentes com os obtidos com o híbrido de ciclo normal DKB333B, em que as correlações do índice SPAD na 4ª e 8ª folhas com o rendimento de grãos não foram significativas (Tabela 4), demonstrando que a diagnose precoce com o clorofilômetro não constitui técnica adequada para esse híbrido. Esses resultados apontam a necessidade de calibração do clorofilômetro para cada tipo de híbrido, corroborando afirmação feita por Scherpers *et al.* (1992).

Foi constatada, para os três híbridos, elevada correlação positiva (0,99, 0,97 e 0,98 para AG9010, P32R21 e DKB333B, respectivamente) entre o índice SPAD, no florescimento, e o rendimento de grãos (Tabelas 2, 3 e 4), não havendo variação da correlação com o ciclo do híbrido. Sunderman *et al.* (1997) e Blackmer & Scherpers (1995) também obtiveram resultados em que as leituras SPAD realizadas em estádios de desenvolvimento mais tardios, como floração e de grãos em estádio pastoso, predisseram

melhor o rendimento de grãos. Contudo, o diagnóstico do teor adequado de N em estádios tardios do desenvolvimento do milho não serve para correção desse nutriente ainda na estação de crescimento da cultura, devido ao fato de que o rendimento de grãos já estaria definido.

Entretanto, a correlação foi variável segundo o tipo de híbrido e o estádio de desenvolvimento da planta. Para todos os híbridos, verificou-se correlação positiva entre o teor foliar de N no florescimento e o rendimento de grãos, atingindo valores de 0,90, 0,94 e 0,98 para AG9010, P32R21 e DKB333B, respectivamente (Tabelas 2, 3 e 4), confirmando resultados obtidos por Oliveira (1998) e por Argenta *et al.* (2002). Para os híbridos P32R21 e DKB333B, também verificou-se correlação positiva entre o teor de N na 4ª folha e o rendimento de grãos, apresentando coerência com os resultados relatados por Oliveira (1998).

Não houve, porém, correlação significativa entre o rendimento de grãos e o teor de nitrogênio na 8ª folha, em nenhum dos híbridos. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Waskom *et al.* (1996), que não encontraram correlação significativa entre o teor de N no estádio

**TABELA 4.** Análise de correlação simples (r) entre as variáveis dependentes, avaliadas nos estádios de quatro e de oito folhas completamente desenvolvidas e no florescimento feminino (FF) do híbrido de milho DKB 333.

Variáveis	Índice SPAD			Teor de N		
	4ª folha	8ª folha	FF	4ª folha	8ª folha	FF
Rendimento de grãos	ns	ns	0,98*	0,89*	ns	0,98*
Índice SPAD (4ª folha)	-	ns	ns	0,83*	ns	ns
Índice SPAD (8ª folha)		-	0,82*	0,86**	0,96**	0,83*
Índice SPAD (FF)			-	0,93**	ns	0,99**
Teor de N (4ª folha)				-	ns	0,96**
Teor de N (8ª folha)					-	ns

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

ns Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

de sete folhas e o rendimento de grãos. De modo geral, a relação entre o teor foliar de N, o conteúdo de clorofila na folha e o rendimento de grãos é elevada (Smeal & Zhang, 1994; Schadchina & Dmitrieva, 1995; Waskom *et al.*, 1996). Essa relação se deve, principalmente, ao fato de 50 a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (Chapman & Barreto, 1997), apresentando papel fundamental na fotossíntese.

Em milho, a definição do número de óvulos por fileira e do tamanho da espiga se dá, respectivamente, nos estádios de 7<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup>-12<sup>a</sup> folhas completamente expandidas (Hanway, 1963). Isto implica aumento da demanda de fotoassimilados a partir da 8<sup>a</sup> folha, que, quando não suprida, promoveria prejuízos ao rendimento de grãos, resultantes de abortamento de óvulos e redução do tamanho da espiga. A maior produção de fotoassimilados está associada ao aumento no conteúdo de clorofila, o que requer maior consumo de N para síntese desse pigmento, alterando o seu teor na folha. Essas mudanças no teor foliar de N, possivelmente, explicam a falta de correlação significativa entre N e rendimento de grãos, nesse estágio do desenvolvimento do milho. Deve-se, ainda, considerar a exportação de N para as espigas, sendo essa mais uma causa de baixos teores foliares de N e falta de correlação.

Correlação positiva entre o teor de N nos estádios iniciais do ciclo e o rendimento de grãos é desejável, considerando-se que a avaliação do estado nutricional da planta nessa etapa de desenvolvimento forneceria informações seguras para a tomada de decisões quanto à aplicação do N em cobertura na mesma estação de cultivo. Contudo, as informações relatadas na literatura (Malavolta *et al.*, 1989; Waskom *et al.*, 1996; Argenta *et al.*, 2002) sugerem que a

recomendação de adubação baseada na análise foliar para o milho não é indicada. Devido à análise foliar ser laboratorial, há demanda de tempo relativamente longo para a sua realização, não havendo tempo suficiente entre a coleta da amostra e o retorno do resultado da análise no mesmo ano agrícola, impossibilitando tomada de decisão de aplicar ou não o N na safra agrícola considerada. Caso haja atraso na época de aplicação, ocorrerá redução no rendimento de grãos.

O índice SPAD e o teor de N na folha correlacionaram-se em todos os estádios de desenvolvimento avaliados, para todos os híbridos, exceto para P32R21, em que o índice SPAD não se correlacionou significativamente com o teor de N na 8<sup>a</sup> folha (Tabelas 2, 3 e 4 e Figura 2), concordando com resultados obtidos por Waskom *et al.* (1996) e Argenta *et al.* (2002). A correlação significativa entre o índice SPAD na 4<sup>a</sup> folha e o teor foliar de N no florescimento, para os híbridos AG9010 e P32R21 (Tabelas 2 e 3), é interessante do ponto de vista da diagnose precoce, uma vez que o teor de N no florescimento se correlaciona positivamente com o rendimento de grãos.

A relação entre o teor de N na folha e o rendimento de grãos é bem conhecida. No entanto, o teor de N, além de ser influenciado pelo consumo de luxo desse nutriente pela planta e envolver determinação laboratorial, apresenta a grande desvantagem de não possibilitar a correlação da deficiência na planta no mesmo ano agrícola, em virtude do tempo despendido entre a coleta da amostra e o resultado final da análise, servindo apenas como parâmetro indicativo para os próximos cultivos. Em contrapartida, a determinação do índice SPAD pelo clorofilômetro apresenta as vantagens de a leitura não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta, e poder ser feita em poucos



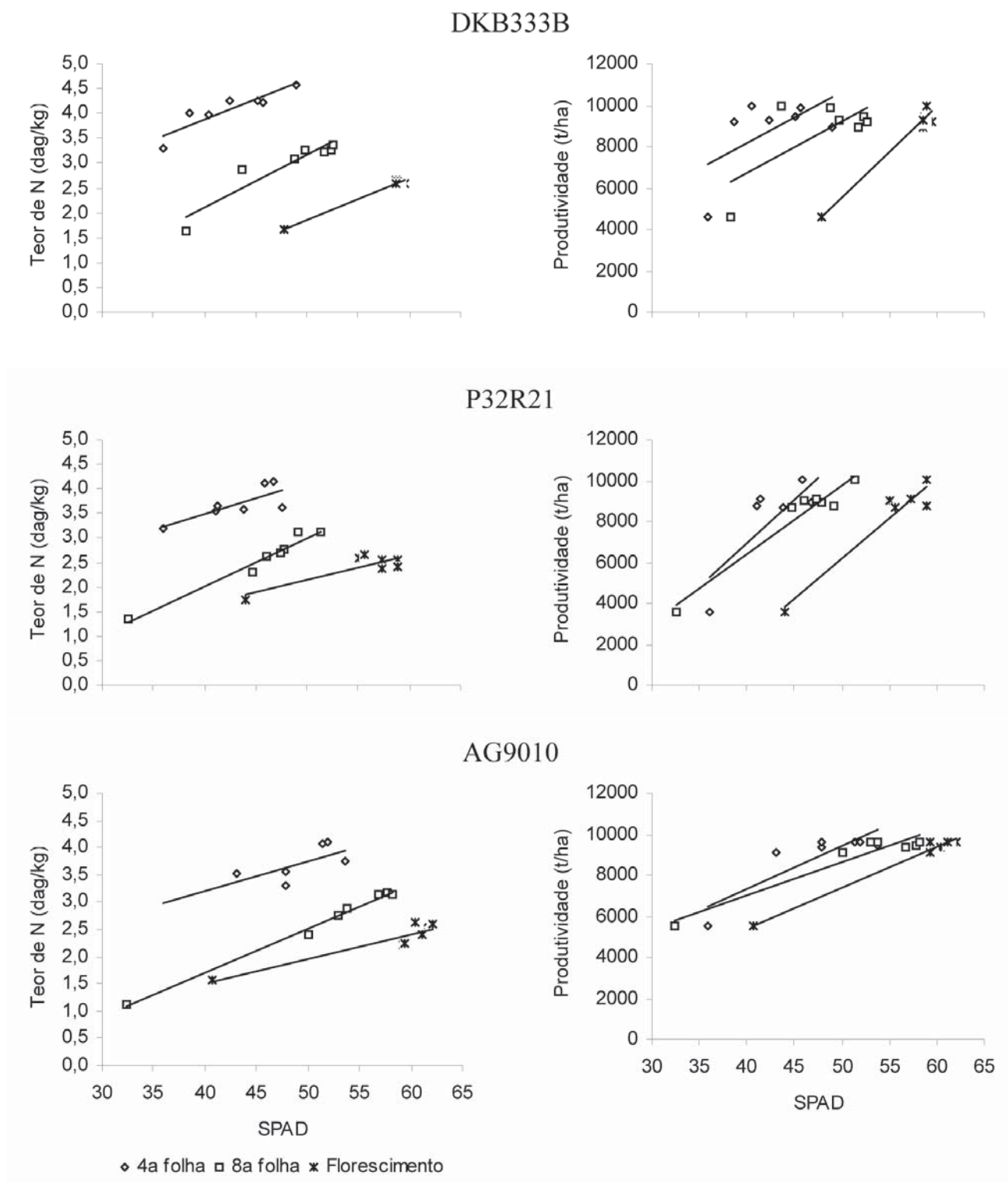


FIGURA 2. Relação entre o teor de nitrogênio e a produtividade do milho com o índice SPAD, para os genótipos DK333B, P32R21 e AG9010.

segundos, possibilitando o rápido diagnóstico da situação da lavoura. Ao contrário da análise foliar de N, que exige a compra sistemática de produtos químicos, o aparelho tem baixo custo de manutenção, eliminando a necessidade de envio de amostras para laboratório, podendo o agricultor realizar quantas amostragens desejar, sem implicar destruição das folhas (Malavolta *et al.*, 1997).

### Conclusões

A leitura do índice SPAD foi eficiente para diagnose do teor de N na 4ª folha completamente expandida de plantas de milho dos genótipos AG9010 (superprecoce) e P32R21 (precoce). Como não houve correlação entre o índice SPAD e o teor de N na 4ª folha completamente desenvolvida do híbrido DKB333B (normal), estudos desse tipo devem ser desenvolvidos para cada genótipo.

### Literatura Citada

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.

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 Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 519-527, 2002.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adução nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio de clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 109-119, 2003.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.

BLACKMER, T. M.; SCHERPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1791-1800, 1995.

CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHARDER, M. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 6, n. 1, p. 71-78, 1975.

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.

HANWAY, J. J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, n. 5, p. 487-491, 1963.

JACKSON, M. L. Nitrogen determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1958. p. 183-202.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1989. 201 p.

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

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

OLIVEIRA, R. H. **Produção e teores de nitrogênio no milho “safrinha” irrigado em respostas a doses de nitrogênio, de composto orgâni-**

- co e de molibdênio.** 1998. 128 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 1, p. 59-65, 1992.
- SCHADCHINA, T. M.; DMITRIEVA, V. V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, p. 1427-1437, 1995.
- SCHERPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter ratings. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 23, n. 17, p. 915-922, 1992.
- SCHREIBER, H. A.; STANBERRY, C. O.; TUCKER, H. Irrigation and nitrogen effects on sweet corn row number at various growth stages. **Science**, Washington, v. 135, n.1, p.135-136, 1988.
- SCHRODER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 151-164, 2000.
- SCHRODER, J. J.; NEETESON, J. J.; WITHAGEN, J. C. M.; NOIJ, I. G. A. M. Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soils. **Field Crops Research**, Amsterdam v. 58, n. 1, p. 57-67, 1998.
- SIMS, J. T.; VASILAS, B. L.; GARTLEY, K. L. Evaluation of soil and plant nitrogen tests for maize on manured soils of the Atlantic coast plain. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 2, p. 213-222, 1995.
- SMEAL, D., ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1495-1503, 1994.
- SUNDERMAN, H. D.; PONTIUS, J. S.; LAWLESS, J. R. Variability in leaf chlorophyll concentration among fully fertilized corn hybrids. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 28, n. 19, p. 1793-1803, 1997.
- WASKOM, R. M.; WESTFALL, D. G.; SPELLMAN, D. E. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, n. 3, p. 545-560, 1996.
- WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; DUFFIELD, R. R. Field chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 15, n. 4, p. 487-500, 1992.