

METODOLOGIA E TÉCNICAS EXPERIMENTAIS

DIAGNÓSTICO DA EXIGÊNCIA DO CAFEIEIRO EM NITROGÊNIO PELA UTILIZAÇÃO DO MEDIDOR PORTÁTIL DE CLOROFILA ⁽¹⁾

ANDRÉ RODRIGUES DOS REIS ⁽²⁾; ENES FURLANI JUNIOR ⁽³⁾;
SALATIER BUZETTI ⁽⁴⁾; MARCELO ANDREOTTI ⁽⁴⁾

RESUMO

O nitrogênio é o elemento mais utilizado pela cultura do café e seu manejo é extremamente importante devido às perdas especialmente em épocas chuvosas. O trabalho foi desenvolvido em Argissolo Vermelho-Amarelo, na região de Sud Mennucci (SP), e teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o teor de clorofila e de N nas folhas do cafeeiro, e calcular correlações com a produtividade. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos obedeceram o esquema fatorial 5 x 3, constituído pela combinação de cinco doses de N (0, 50, 150, 250 e 350 kg ha⁻¹) aplicados na forma de uréia em três épocas de aplicação (aplicação única em dezembro; duas aplicações: parceladas em novembro e janeiro e três aplicações: parceladas em novembro, dezembro e janeiro). Avaliaram-se os teores de clorofila e nitrogênio das folhas durante a frutificação e a colheita. A concentração de clorofila correlacionou-se positivamente com o teor de nitrogênio nas folhas e a produção de grãos se ajustou a uma função quadrática com as doses de N aplicadas, na qual a dose 210 kg ha⁻¹ promoveu a máxima produção; a estimativa do teor de clorofila foi promissora para detecção de possíveis deficiências de nitrogênio.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, Argissolo Vermelho-Amarelo, uréia, SPAD.

DIAGNOSIS OF N REQUIREMENTS FOR COFFEE PLANT USING A PORTABLE CHLOROPHYLLMETER

ABSTRACT

Nitrogen is the most required nutrient by coffee crop and its management is very important. The losses of the nutrient are very important specially during rainy season. The study was developed in Sud Mennucci county (northwest of São Paulo State - Brazil) in an Alfisol in order to evaluate the effect of different rates and application times of nitrogen on the chlorophyll and nitrogen content in coffee leaves, and to establish correlations with the productivity. The experimental design was a complete randomized, in a factorial outline 5 x 3, constituted by combination of 5 rates (0, 50, 150, 250 and 350 kg ha⁻¹) of nitrogen (urea) in three application times (a single application in December; two applications: splitted in November and January and three applications: splitted in November, December and January). The leaf chlorophyll content and nitrogen leaf content were evaluated during frutification and harvest. The chlorophyll concentration was positively correlated with the leaf nitrogen content and production of grains adjusted to a quadratic function to rates of applied N, in which the rate of 210 kg ha⁻¹ of nitrogen promoted the greater productivity. The estimative of the chlorophyll content seemed to be a prospective means for detection of N deficiencies in coffee crop.

Keywords: *Coffea arabica*, Alfisol, urea, SPAD

⁽¹⁾ Trabalho recebido para publicação em 13 de dezembro de 2004 e aceito em 31 de janeiro de 2006.

⁽²⁾ Universidade Estadual Paulista, Unesp, Campus Ilha Solteira (SP), Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira (SP). E-mail: andreis.unesp@bol.com.br

⁽³⁾ Departamento de Fitotecnia e Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, UNESP, Ilha Solteira (SP). E-mail: enes@agr.feis.unesp.br

⁽⁴⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP- Ilha Solteira, SP

1. INTRODUÇÃO

O N é um elemento essencial para as plantas, cuja carência é verificada em solos tropicais, e não existe método de avaliação rápida da sua disponibilidade ao alcance dos agricultores. Os sintomas característicos de deficiência de N consistem em clorose generalizada das folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas.

A adubação nitrogenada tem doses que variam de 50 a 450 kg ha⁻¹ (RAIJ et al., 1997), sendo necessário um estudo específico para sua aplicação, com ou sem parcelamento, principalmente em regiões não tradicionais para o cultivo de café. O N ocupa posição de destaque entre os nutrientes no desenvolvimento da planta. Apesar de apresentar-se na camada arável do solo, em alguns casos em quantidades relativamente elevadas, sua baixa disponibilidade, somada à grande demanda pelos vegetais, faz com que seja um dos nutrientes mais limitantes à produtividade da maioria das culturas.

O N é necessário para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, está envolvido na fotossíntese. Falta de N e clorofila significa que a planta não vai utilizar a luz do sol como fonte de energia para levar a efeito funções essenciais como a absorção de nutrientes.

O desenvolvimento recente do medidor portátil de clorofila que faz leituras instantâneas sem necessidades de destruição da folha, surge como nova ferramenta para avaliar o nível de N na planta. As leituras efetuadas por este equipamento indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila (ARGENTA et al., 1999).

Recentemente, os teores de N têm apresentado boa correlação com os teores de clorofila nas folhas de feijoeiro (FULANI JUNIOR et al., 1996), milho e pimenta (GODOY et al., 2003) através da leitura direta. A determinação dos teores foliares de N apresenta-se como possibilidade de detecção de deficiência de nutriente, no entanto, na prática é complexo efetuar uma série de amostragens e análises para determinação das necessidades desse elemento, com resposta em curto prazo. A possibilidade de detecção indireta do N contido nas folhas, por meio da avaliação do teor de clorofila, tem sido preconizado como meio eficaz para a resolução desse problema.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método para verificar a necessidade de adubação

nitrogenada em cobertura para cafeeiro cv. Catuaí vermelho, aliada à calibração de doses de N com as leituras indiretas de clorofila e avaliação da possibilidade de utilização dessa técnica em campo, além de avaliar seus possíveis efeitos sobre os teores foliares de nitrogênio, clorofila e produtividade do cafeeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade particular situada no município de Sud Mennucci, SP (20°40'57'' de latitude Sul e 50°54'49'' de longitude Oeste). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, temperatura média anual de 24,5 °C e precipitação pluvial média anual de 1.232 mm, com umidade média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995). Coletaram-se os dados de precipitação média mensal e temperatura média mensal durante a execução do experimento nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, os mesmos são verificados nas figuras 1 e 2. O solo pertence à classe taxonômica Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, conforme mapa OLIVEIRA et al. (1999).

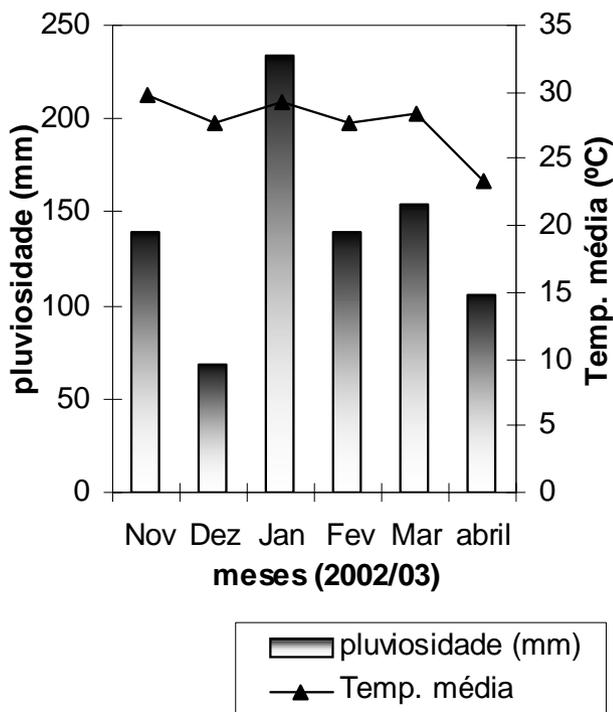
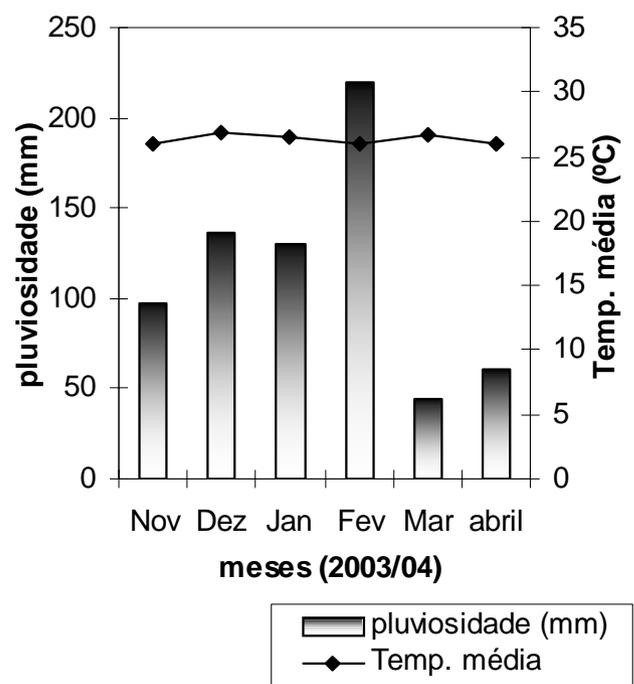
O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas 2002/2003 e 2003/2004, em condições de campo, em área ocupada por café cv. Catuaí vermelho com cinco anos de idade (plantado em dezembro do ano de 1999) no espaçamento de 3,0 m entre linhas de plantio e 1,0 m entre plantas. Foi efetuada adubação básica de produção com: 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 34 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 1) seguindo as recomendações de RAIJ et al. (1997) e tratamentos com doses de N e épocas de aplicação do nutriente.

Utilizou-se o esquema fatorial 5 x 3, sendo o primeiro fator as doses de N (0, 50, 150, 250 e 350 kg ha⁻¹) aplicados na forma de uréia (45% de N), as quais foram adotadas em função da análise foliar prévia e partindo das recomendações básicas de RAIJ et al. (1997) para cafeeiro em produção. Os teores de N foliar foram 22,68 g kg⁻¹ em outubro de 2002 e 26,80 g kg⁻¹ em outubro de 2003; o segundo fator adotado foram as épocas de aplicação de N, com aplicação única em dezembro de 2002/2003, duas aplicações: em novembro de 2002/2003 e janeiro de 2003/2004 e três aplicações: em novembro e dezembro de 2002/2003 e janeiro de 2003/2004; os 15 tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições.

Tabela 1. Caracterização química do solo a ser utilizado no experimento com doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cafeeiro no município de Sud Mennucci-SP (P-Mehlich 1) em 15/8/2002

Descrição	P	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	S	T	V	M	Zn	Cu	Fe	Mn
Prof (cm)	mg dm ⁻³	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³ .							—%—	mg dm ⁻³				
L 0-10	9	5,7	2,4	22	11	15	0	36	51,2	70	1	1,7	0,2	46,9	60,1
L 10-20	4	5,9	1,2	25	12	15	0	39	54,5	73	0	0,7	0,1	41,9	53,6
L 20-30	2	6,1	1,1	22	10	14	0	35	49,1	71	0	1,1	0,2	68,6	34,3
L 30-40	1,5	5,3	1,4	20	8	16	0	31	46,6	66	0	0,1	0,6	61,2	20,0
EL 0-10	13	6,3	2,3	21	14	14	0	38	53,5	73	1	1,3	0,4	36,2	66,2
EL 10-20	4	5,0	1,9	13	8	20	3	24	48,5	51	11	0,7	0,6	94,9	37,4
EL 20-30	1	4,4	1,2	13	7	20	2	21	43,2	50	7	1,3	0,1	54,6	23,1
EL 30-40	0,6	4,5	1,6	15	6	19	1	23	43,2	53	5	0,7	0,1	56,8	14,9

L – solo coletado na projeção da copa (linha de plantio); EL – solo coletado entre linhas de plantio. 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 – profundidade em cm

**Figura 1.** Dados climáticos do município de Sud Mennucci (SP), ano agrícola 2002/03.**Figura 2.** Dados climáticos do município de Sud Mennucci (SP), ano agrícola 2003/04.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) leituras SPAD (Soil Plant Analysis Development) nas folhas com o aparelho Minolta SPAD-502 em três diferentes posições na planta (ápice, meio e base); b) teor de N nas folhas em janeiro de 2003/2004: foi determinado usando-se as mesmas folhas do terço médio do cafeeiro coletadas após leitura de clorofila, que foram imediatamente destacadas e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada a 65-70 °C, por 72 horas, moídas e submetidas à digestão sulfúrica, conforme métodos descritos em MALAVOLTA et al. (1997); c) produção de café em coco: foram colhidas três plantas de cada parcela, expresso em kg ha⁻¹ (13%, base úmida).

Os dados referentes às leituras no clorofilômetro, ao N foliar e à produção de grãos foram submetidos à análise de variância, com as médias de épocas comparadas pelo teste de Tukey e efeitos de doses avaliadas por análise de regressão, ambas a 5% de probabilidade. Também foram calculadas as correlações entre a produção de grãos e o teor de N nas folhas, a produção e as leituras de clorofila nas folhas e o teor de N com as leituras de clorofila nas folhas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao N foliar pela análise da regressão, constatou-se aumento do teor de N de acordo com a dose aplicada na adubação (Figura 3). De acordo com MALAVOLTA et al. (1997), os teores foliares de N considerados adequados para cafeeiro variam de 29-32 g kg⁻¹. Observou-se no cafeeiro antes da implantação do experimento déficit na aplicação de adubação nitrogenada, com teor de N foliar de 22 g kg⁻¹ no ano agrícola 2002/03 e 26,8 g kg⁻¹ no ano agrícola 2003/04; em ambos os anos houve deficiência de N em relação à recomendação proposta por MALAVOLTA et al. (1997).

Para ambos os anos (2002/03 e 2003/04), a dose de 350 kg ha⁻¹ proporcionou o maior teor de N foliar. Por outro lado, aplicando-se a dose de 150 kg ha⁻¹ a concentração de N foliar foi de 33 g kg⁻¹, considerado adequado para o estado nutricional do cafeeiro.

O efeito das doses de N sobre a produção foi significativo somente para o ano agrícola 2003/04, o que pode ser explicado devido à produtividade bianual do cafeeiro; no ano agrícola 2002/03 a produção foi muito baixa. Pela análise da regressão (Figura 4), verificou-se que a produção máxima foi alcançada com a dose de 210 kg ha⁻¹. Tais resultados são contrastantes com aqueles obtidos para teor ideal de N nas folhas, pois os valores adequados foram obtidos para a dose de 150 kg ha⁻¹.

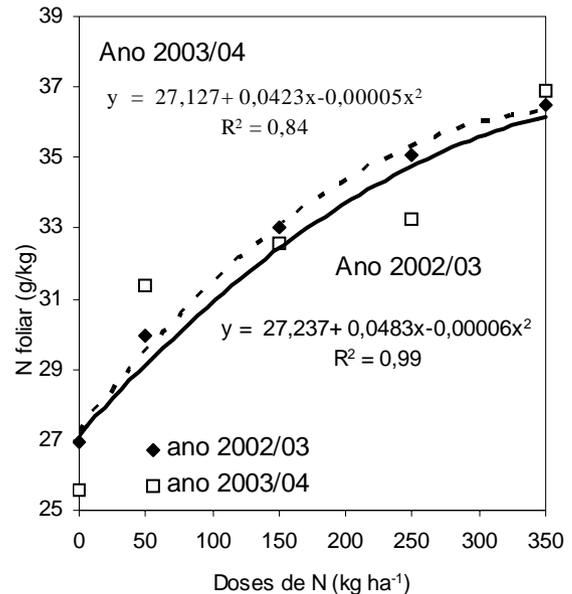


Figura 3. Teores de nitrogênio foliar (jan/02 e jan/03) em cafeeiro em função de doses crescentes do mesmo.

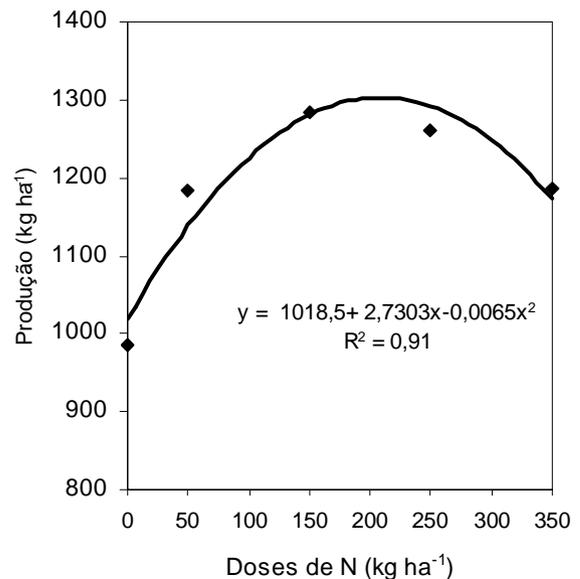


Figura 4. Produção do cafeeiro em função de doses crescentes de nitrogênio no ano agrícola 2003/04.

Analisando-se a Figura 5, verifica-se que houve efeito de doses crescentes de nitrogênio e sua relação com leituras SPAD de clorofila na folha em todas as épocas de amostragem. A regressão entre dose de N e leituras SPAD para a primeira avaliação (novembro) foi significativa, mesmo decorrida uma semana após a aplicação do N, e no ano agrícola 2003/2004 a resposta foi até a dose de 250 kg ha⁻¹ e 350 kg ha⁻¹ para o ano 2002/2003.

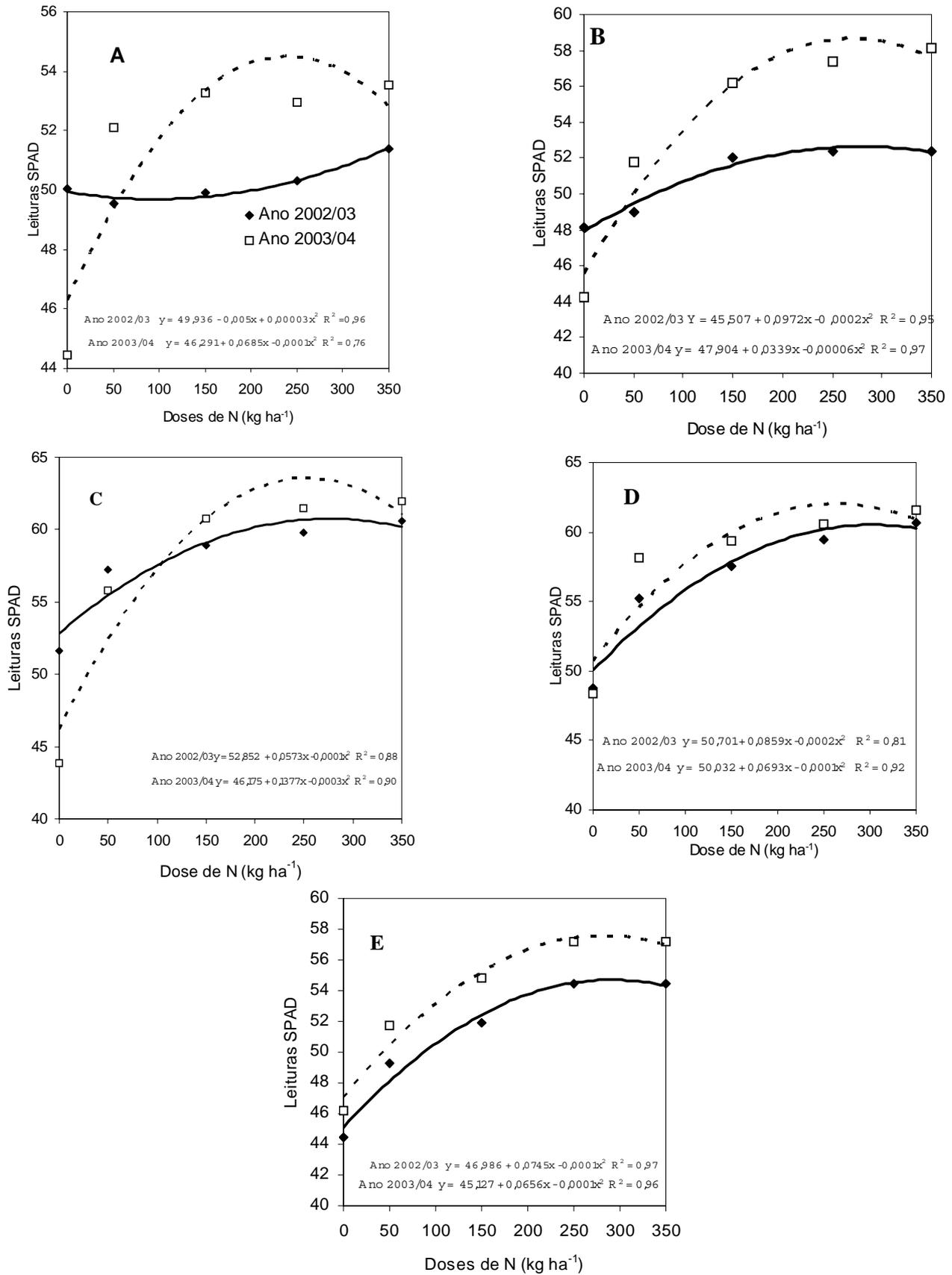


Figura 5. Relação entre Leituras SPAD de clorofila e doses de N em diferentes meses do ano. A: Leituras SPAD realizadas em novembro; B: Leituras SPAD realizadas em dezembro; C: Leituras SPAD realizadas em janeiro; D: Leituras SPAD realizadas em fevereiro; E: Leituras SPAD realizadas em março.

Na segunda aplicação de N (dezembro), a dose 350 kg ha⁻¹ proporcionou novamente maiores leituras SPAD para o ano 2002/2003 ($R^2 = 0,97$) e para 2003/2004 ($R^2 = 0,94$). Para a terceira aplicação, avaliada em janeiro de 2003 e janeiro de 2004, a média das leituras SPAD em relação aos outros meses foi significativamente maior.

A partir de fevereiro para ambos os anos, houve redução de valores de leituras, possivelmente explicado pelas perdas do N no solo, pois em jan/2002 houve grande precipitação pluvial em relação aos outros meses. Contudo o efeito residual da dose 350 kg ha⁻¹ ainda proporcionou maiores valores SPAD ($R^2 = 0,81$) para essa dose em fev/2003. O mesmo fenômeno ocorreu nas leituras em março de 2003 e março de 2004.

A constatação de que tanto o teor de N foliar, como leituras SPAD de clorofila têm relação com a dose de N aplicada ao solo, revela a possibilidade de se utilizar o medidor de clorofila, para indicar quais as doses de N que deverão ser aplicadas à cultura, a fim de se manter doses adequadas de N nas folhas, em função das leituras SPAD de clorofila, de acordo com FURLANI JUNIOR et al. (1996), demandando trabalhos específicos para recomendação como instrumento de campo para o agricultor.

As leituras SPAD de clorofila também se correlacionam com o teor de N na planta (SCHADCHINA e DMITRIEVA, 1995) e com a produtividade das culturas (PIEKIELEK e FOX, 1992). Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50% a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas como a redutase do nitrato (NR) que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN e BARRETO, 1997). De acordo com estudos realizados por (REIS et al., 2004), a NR é considerada enzima chave na regulação do metabolismo do N, pois o nitrato absorvido pelas raízes deve ser reduzido a NH₄⁺ antes de ser incorporado em compostos orgânicos no sistema radicular e/ou na parte aérea. Em vista de seu papel regulador da disponibilidade de N reduzido para o metabolismo das plantas, principalmente em solos onde o nitrato é a principal forma de N disponível, tem-se sugerido que a atividade da NR está relacionada com a produtividade ($r = 0,89$) e/ou sua capacidade em responder à adubação nitrogenada, na qual a dose de 150 kg ha⁻¹ de N tem melhor ativação da enzima NR.

Esse fato é justificado ainda pela correlação significativa ($r = 0,98^{**}$) para o ano agrícola 2002/2003 e para o ano agrícola 2003/2004 ($r = 0,94^{**}$) entre o teor de N foliar e leituras SPAD de clorofila nas folhas (Figura 6). Por esse comportamento observa-se que à medida que se aumenta o teor de N nas folhas,

as leituras SPAD aumentam linearmente. Tais resultados são concordantes com aqueles obtidos por FURLANI JÚNIOR et al. (1996) e com os obtidos por CAIRES e ROSOLEM (1999) ao estudarem respectivamente doses de N em feijoeiro e concentração de clorofila nas folhas de amendoim.

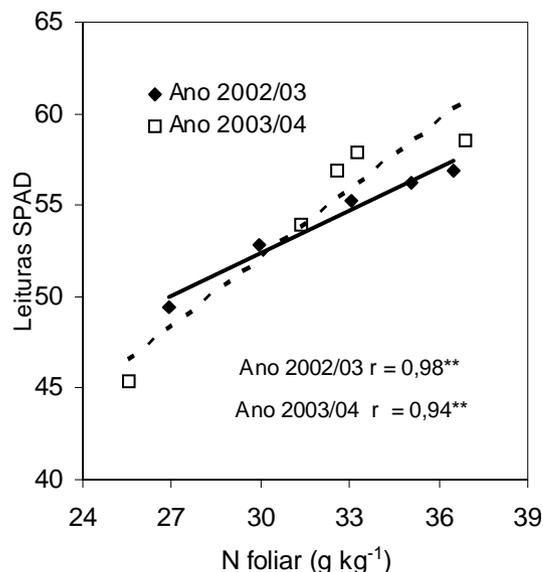


Figura 6. Relação entre o teor de N foliar (g kg⁻¹) e leituras SPAD nas folhas do cafeeiro (janeiro).

A produção do cafeeiro correlacionou-se com o teor de N foliar ($r = 0,99$) (Figura 7) somente para o ano agrícola 2003/2004. Verifica-se que tanto os teores de N foliar como o teor de clorofila nas folhas, durante a frutificação, podem ser utilizados para estimar a necessidade de N pela cultura. Por outro lado, a produção de grãos não foi significativa no ano agrícola 2002/2003, devido à baixa produtividade obtida.

Como foi verificado neste trabalho, pode-se detectar deficiências de N com o auxílio do clorofilômetro Minolta SPAD 502, bem como corrigir adequadamente a carência de N em razão dessas leituras e como vantagem adicional, essa técnica pode fornecer informação de forma rápida e eficaz.

Para o ano agrícola 2002/2003 (Figura 5), a dose 350 kg ha⁻¹ de N proporcionou o maior valor das leituras 61,95 SPAD em janeiro de 2004 (mês de maior média geral SPAD) e a testemunha, menor valor (43,85 SPAD) no mesmo mês. Para o cálculo matemático da recomendação $x = (61,95 - y) 19,34$, em que: x = recomendação de N em kg ha⁻¹; 61,95 = maior valor SPAD obtido na dose 350 kg ha⁻¹; y = leitura SPAD obtida na folha; 18,1 = diferença entre a maior e a menor leitura SPAD, mas dividindo-se 350 kg ha⁻¹ por 18,1, obtém-se valor equivalente de dose de N/Leitura SPAD, de 19,34 (kg ha⁻¹ de N). Substituindo valores

SPAD no y da função tem-se a Figura 8, em que se estimou uma leitura mínima de 43,85 SPAD e finalizou com 61,95 SPAD (obtida na dose 350 kg ha⁻¹), sendo a maior leitura obtida no trabalho. Os mesmos cálculos matemáticos foram aplicados no ano agrícola 2003/04.

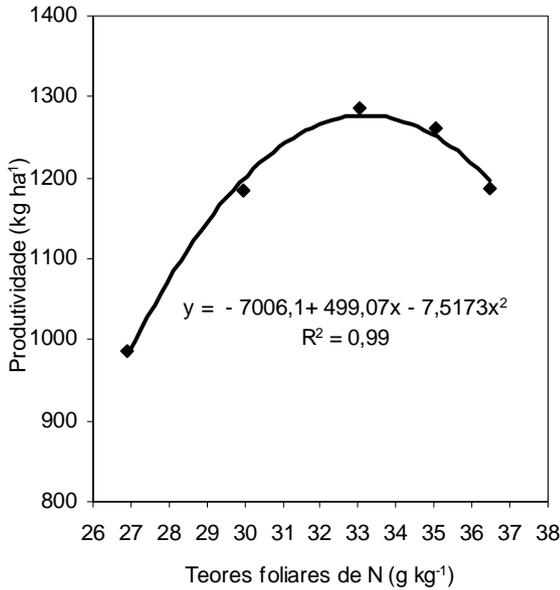


Figura 7. Relação entre o teor de N foliar e a produtividade em 2003/04.

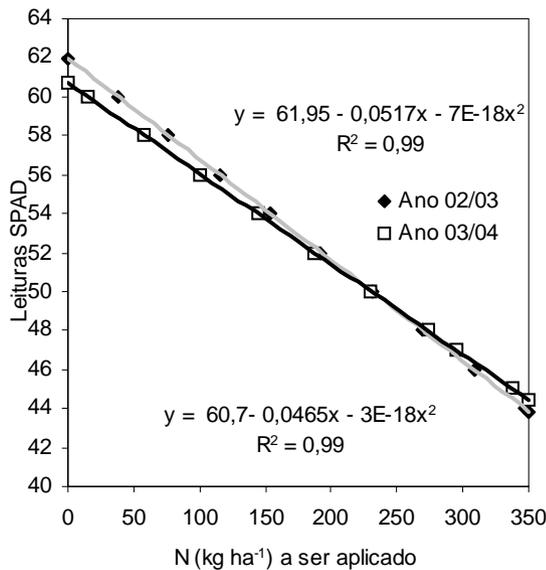


Figura 8. Estimativa da recomendação nitrogenada com base nas leituras SPAD de clorofila para cafeeiro em produção.

Deve-se enfatizar que a dose máxima sugerida nas condições do trabalho é de 210 kg ha⁻¹, ou seja, caso a leitura SPAD seja inferior a 48, será utilizado no máximo 210 kg ha⁻¹.

Houve efeito do parcelamento do nitrogênio sobre as leituras SPAD, no qual, constatou-se que o N parcelado em três aplicações propiciou as maiores leituras SPAD (R² = 0,92) para o ano agrícola 2002/2003 e para o ano agrícola 2003/2004 (R² = 0,69) (Figura 11). Por outro lado, no momento da aplicação em sistema único (Figura 9), não ocorreram chuvas, o que provavelmente deve ter afetado as leituras SPAD, pois não se observou na planta teor de N proporcional ao N aplicado; mesmo assim apresentou bom coeficiente de determinação (R² = 0,93) para o ano agrícola 2002/03 e para o ano agrícola 2003/04 (R² = 0,97). No sistema de parcelamento com duas aplicações (Figura 10), para os dois anos agrícolas, com dose de 250 kg ha⁻¹ ocorreram as maiores leituras SPAD.

Os locais de avaliação na planta afetaram os valores de leitura de clorofila nas diferentes doses (Figuras 12 e 13). Assim, até a dose de 250 kg ha⁻¹ de N, as leituras no ápice são superiores àquelas verificadas no meio e na base da planta.

Os maiores valores das leituras SPAD em diferentes posições no cafeeiro, foram obtidos no ápice, o que pode ser explicado pela presença de folhas jovens nesse local e essas folhas novas possuem maior capacidade de síntese de clorofila (FERRI, 1998), portanto, maior intensidade de verde, proporcionando assim maiores leituras SPAD.

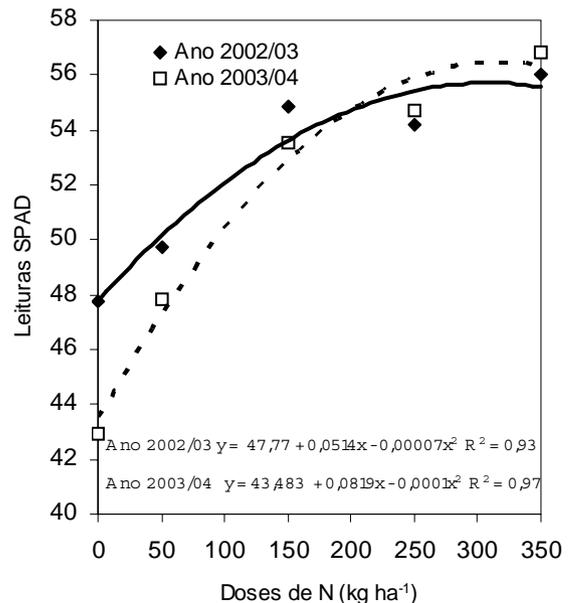


Figura 9. Leituras SPAD em função de doses de N com aplicação única.

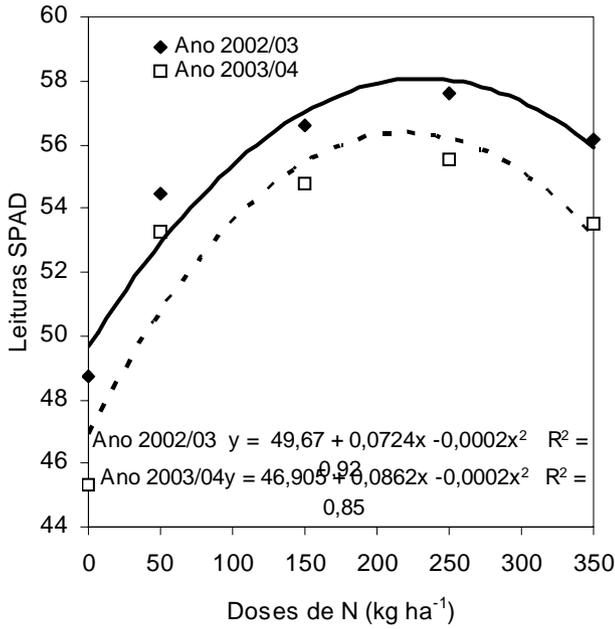


Figura 10. Leituras SPAD em função de doses de N parcelado em duas aplicações.

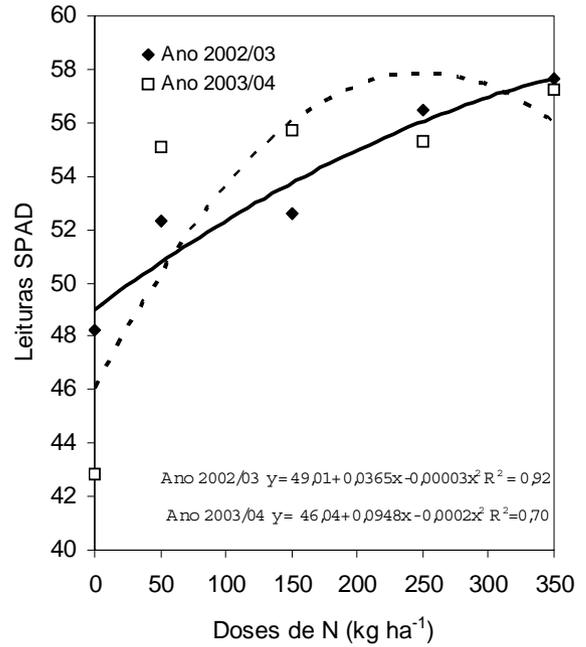


Figura 11. Leituras SPAD em função de doses de N parcelado em 3 aplicações.

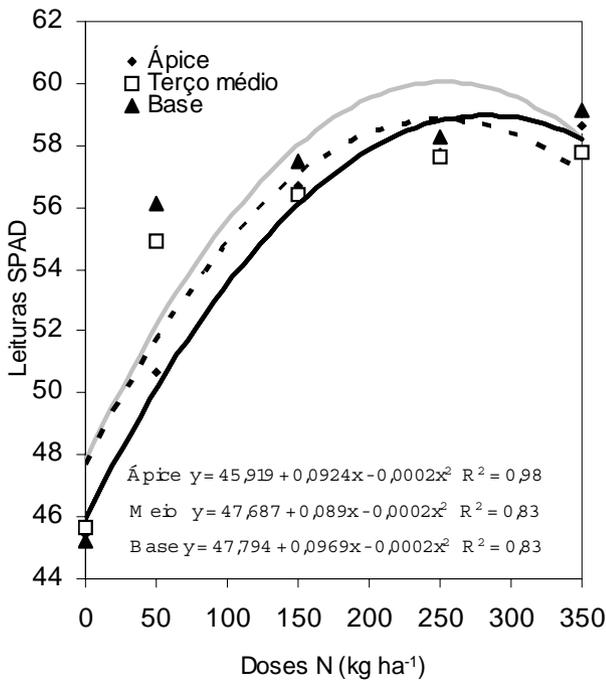


Figura 12. Efeito das doses de N nas leituras SPAD de clorofila em diferentes posições da planta (ano agrícola 2002/03).

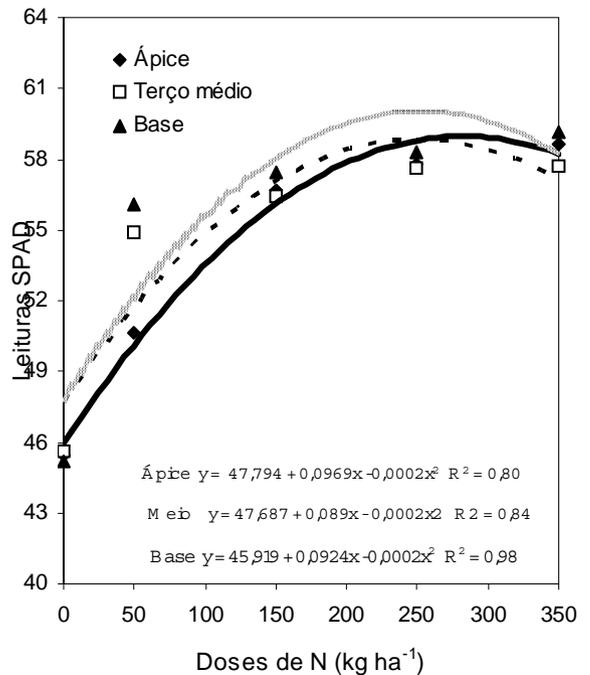


Figura 13. Efeito das doses de N nas leituras SPAD de clorofila em diferentes posições da planta (ano agrícola 2003/04).

Assim, o ápice não é o melhor local para uma avaliação de exigência de N, sendo preferencialmente a posição mediana para as mensurações. Pode-se inferir que o equipamento é adequado como forma de recomendação de doses de N, desde que as leituras sejam efetuadas no mesmo local de coleta tradicional de folhas para diagnose foliar.

4. CONCLUSÕES

1. A leitura SPAD de clorofila correlacionou-se positivamente com o teor de N nas folhas e com a produtividade do cafeeiro. O uso do medidor portátil SPAD 502 para estimar o teor de clorofila é eficiente para avaliar o estado nutricional do nitrogênio no cafeeiro.

2. A dose de 350 kg ha⁻¹ proporcionou maiores teores foliares de N e maiores leituras SPAD de clorofila, entretanto, com a de 210 kg ha⁻¹ ocorreu maior produção e teores adequados de N foliar.

3. As leituras SPAD de clorofila devem ser realizadas no terço médio da planta para recomendação de adubação nitrogenada, evitando-se valores super ou subestimados das leituras.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. et al. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio na planta de milho no espigamento. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE: MILHO & FEIJÃO, 1999, Lages. **Resumos...**Lages: UDESC/EPAGRI, 1999. p.44-49.
- BLACKMER, T.M.; SCHEPERS, 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.
- CAIRES, E.F.; ROSOLEM, C.A. Efeitos da calagem, cobalto e molibdênio sobre a concentração de clorofila nas folhas de amendoim. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.79-84, 1999.
- 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.
- FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. v.1., 2. ed. revista e atualizada. E.P.U, 1998.
- FURLANI JÚNIOR, E., NAKAGAWA, J., BULHÕES, L.J., MOREIRA, J.A.A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e doses de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, p. 171-175, 1996.
- HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira: UNESP/FEIS Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. (Série Irrigação, 1)
- INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed., rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 64 p.
- 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.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. (Boletim Técnico n.100)
- REIS, A.R.; FURLANI JÚNIOR, E.; HAGA, K.I. Atividade da enzima redutase do nitrato em tecido foliar em função da arquitetura do cafeeiro adulto cultivado em níveis crescentes e sistemas de aplicação de nitrogênio. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO 15, Ubatuba. **Resumos...** (CD-ROM).
- SANTOS, T.S.; GODOY, L.J.G, VILLAS BOAS, R.L.; LEITE JÚNIOR, J.B. Utilização do clorofilômetro como ferramenta auxiliar na fertirrigação nitrogenada no cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP 15, 2003 Marília. **Resumos...** (CD-ROM).
- 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.