

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 46

Índice de Suficiência de Nitrogênio Determinado pelo Clorofilômetro em Feijão Inoculado com Rizóbio e sob Adubação Nitrogenada

Pedro Marques da Silveira
Enderson Petrônio de Brito Ferreira

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533-2238
Fax: (62) 3533-2100
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Lineu Alberto Domiti*
Secretário-executivo: *Pedro Marques da Silveira*
Membros: *Aluísio Goulart Silva, Ana Lúcia Delalibera de Faria, Élcio Perpétuo Guimarães, Luciene Fróes Camarano de Oliveira, Luis Fernando Stone, Márcia Gonzaga de Castro Oliveira, Orlando Peixoto de Moraes, Roselene de Queiroz Chaves*

Supervisão editorial: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Revisão de texto: *Rodrigo Peixoto de Barros*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

On-line (2016)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Arroz e Feijão

Silveira, Pedro Marques da.

Índice de suficiência de nitrogênio determinado pelo clorofilômetro em feijão inoculado com rizóbio e sob adubação nitrogenada / Pedro Marques da Silveira, Enderson Petrônio de Brito Ferreira. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2016.

16 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9601 ; 46)

1. Feijão – Nitrogênio – Deficiência. 2. Feijão – Fertilizante nitrogenado. 3. Feijão – Fixação de nitrogênio. 4. Rhizobium. 5. Clorofila. I. Ferreira, Enderson Petrônio de Brito. II. Título. III. Embrapa Arroz e Feijão. IV. Série.

CDD 635.6521 (21. ed.)

© Embrapa 2016

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	14
Referências	15

Índice de Suficiência de Nitrogênio Determinado pelo Clorofilômetro em Feijão Inoculado com Rizóbio e sob Adubação Nitrogenada

Pedro Marques da Silveira¹

Enderson Petrônio de Brito Ferreira²

Resumo

A inoculação de sementes de feijão com rizóbio tem apresentado resultados inconsistentes quanto à sua eficiência em suprir nitrogênio para as plantas. Objetivou-se com esta pesquisa determinar o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN), utilizando o clorofilômetro portátil em plantas de feijão-comum, submetidas à inoculação das sementes com rizóbio no plantio e à adubação nitrogenada em cobertura e, também, definir entre os dois primeiros trifólios do feijoeiro, qual é o adequado para ser usado na tomada das leituras com o clorofilômetro. O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. No primeiro estudo, avaliaram-se os tratamentos: sem adubação nitrogenada em cobertura e inoculação das sementes com rizóbio, com aplicação de 160 kg ha^{-1} de N aos oito dias após a emergência das plântulas e as doses de 20, 40, 60 e 80 kg ha^{-1} de N aplicadas em cobertura. No estudo de definição do trifólio, avaliaram-se as doses 0, 30, 60 e 120 kg ha^{-1} de N. O ISN determinado com o clorofilômetro permitiu determinar se a planta de feijão estava suprida de nitrogênio, quer seja proveniente da fixação biológica ou da adubação nitrogenada. Não se observou diferença entre os valores das leituras com o clorofilômetro no primeiro e segundo trifólios do feijão-

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

comum. Pela maior facilidade de identificação em campo e a certeza de que se encontra totalmente formado, recomenda-se a utilização do primeiro trifólio na tomada das leituras com o clorofilômetro.

Palavras-chave: Deficiência de nitrogênio, *Phaseolus vulgaris*, SPAD, trifólio.

Nitrogen Sufficiency Index Determined by Chlorophyll Meter in Bean Inoculated with Rhizobium and Nitrogen Fertilization

Abstract

Inoculation of common bean seed with rhizobia has shown inconsistent results for its efficiency in supplying nitrogen to plants. The study had the objective to determine the Nitrogen Sufficiency Index (ISN), using chlorophyll meter in common bean cultivar Pérola, submitted to treatments with inoculation of seeds with rhizobia at sowing and nitrogen (N) fertilization at topdressing and also to define, between the first two trifoliates of common bean, which is more suitable for use in making the readings with the chlorophyll meter. The experimental design was a randomized blocks with six treatments and four replications. The six treatments were: no nitrogen fertilization at topdressing and with seed inoculation with rhizobia, treatment with 160 kg ha⁻¹ N applied eight days after emergence of the plants and four treatments with N doses of 20, 40, 60 and 80 kg ha⁻¹ applied at topdressing. The determination of ISN with chlorophyll meter allowed to determine if the common bean plant was supplied with nitrogen both from nitrogen biological fixation or nitrogen fertilization. There was no difference between the values of the readings with the chlorophyll meter in the 1st and 2nd trifoliolate of the common bean. Because of 1st trifoliolate is ease to be identify in the field and is plenty established first, then this 1st trifoliolate is recommended to be used in the reading with the chlorophyll meter.

Index terms: Nitrogen deficit, *Phaseolus vulgaris*, SPAD, trifoliolate.

Introdução

A adubação nitrogenada em cobertura é uma prática cultural normalmente utilizada na cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Apesar dos esforços para ampliar a utilização da inoculação com rizóbio no feijoeiro para viabilizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), os resultados até o momento indicam que a substituição total da adubação nitrogenada pela FBN ainda é um objetivo distante, comparado ao nível atingido pela cultura da soja. Além disso, os resultados observados no campo são inconsistentes, onde se tem observado produtividades variando de 2.500 a 3.500 kg ha⁻¹ (PELEGRIN et al., 2009) à produtividades muito baixas, entre 600 a 1.500 kg ha⁻¹ (SOUZA et al., 2011). A maior parte desses resultados conflitantes é em virtude de os ensaios serem efetuados normalmente em condições ambientais diferentes e dos possíveis estresses bióticos e abióticos.

No campo, o produtor de feijão necessita de um mecanismo ou ferramenta que lhe permita corrigir a deficiência de nitrogênio (N), caso seja observado que somente a FBN não foi capaz de suprir toda a demanda de N para o bom desenvolvimento da cultura e, assim, evitar que a produtividade de grãos seja afetada. O uso do medidor portátil de clorofila, que proporciona leituras instantâneas, de maneira não destrutiva de folhas, é a prática alternativa de indicação do nível de N na planta (YADAVA, 1986). As leituras efetuadas pelo clorofilômetro correspondem ao teor de clorofila presente na folha da planta (TAKEBE; YONEYAMA, 1989). O conteúdo de clorofila correlaciona-se com a concentração de N na planta e também com a produtividade das culturas (BLACKMER; SCHEPERS, 1995; SCHEPERS et al., 1992). Segundo Chapman e Barreto (1997) e Peng et al. (1993), a utilização do clorofilômetro é um método rápido e barato da estimativa da concentração de N nas folhas de plantas.

Além da disponibilidade de N, fatores como idade e teor de água na planta, população de plantas, cultivar, disponibilidade de outros

nutrientes, estresse ambiental ou fatores bióticos, podem afetar as medições de intensidade da cor verde da folha pelo medidor de clorofila. No visor do clorofilômetro é mostrado um valor denominado pela empresa fabricante do aparelho como SPAD (Soil Plant Analysis Development). Assim, para minimizar a influência desses fatores, tem sido recomendado um método de normalização das leituras do clorofilômetro para cada área de cultivo, cultivar, estágio de desenvolvimento, condição edafoclimática e prática de manejo. Uma forma de normalizar as leituras é a determinação do Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN), que é obtido pela média das leituras do clorofilômetro em amostras de plantas de uma área a ser adubada com N, dividida pela média das leituras em uma área referência (área adubada com N).

Na cultura do milho, o valor que tem sido usado de ISN, em %, é igual a 95%. Assim, quando o percentual relativo de clorofila de uma amostra situar-se abaixo de 95% da leitura da área referência, recomenda-se a aplicação de N em cobertura (BLACKMER; SCHEPERS, 1995; VARVEL et al., 1997; WASKOM et al., 1996), inferindo que a planta não está suprida de nitrogênio. Esse índice tem sido usado também para o feijão-comum em decorrência de que poucos estudos são realizados nessa linha. De acordo com Maia (2011), o ISN de 95% mostrou que as plantas de feijão estavam supridas de N, não sendo necessária a aplicação do nutriente.

O outro aspecto importante a ser definido é o trifólio do feijoeiro adequado para o uso do clorofilômetro. Como a adubação nitrogenada em cobertura, no feijoeiro, é normalmente realizada no estágio V4 da planta, em que existem três trifólios de idades diferentes, e conhecendo-se que a leitura SPAD varia com a idade da planta (SANT'ANA et al., 2010; SILVEIRA et al., 2003), tem-se a preocupação de que esse trifólio seja definido.

Objetivou-se com esta pesquisa determinar o ISN, utilizando o clorofilômetro em plantas de feijão-comum submetidas à inoculação das sementes com rizóbio no plantio e à adubação nitrogenada em

cobertura e, também, definir entre os dois primeiros trifólios, qual é o adequado para tomada das leituras com o clorofilômetro.

Material e Métodos

Para atender ao objetivo de determinar o ISN em plantas de feijão, submetidas aos tratamentos com inoculação das sementes e com adubação nitrogenada em cobertura, foram conduzidos dois experimentos, em 2014 e 2015, na área experimental da Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão. Os experimentos foram instalados em campo, em área previamente cultivada com milho, principal cultura antecessora do feijão, no período de outono-inverno, cultivo irrigado. Empregou-se a cultivar Pérola, do grupo carioca, mais utilizada pelos produtores de feijão irrigado, semeada no espaçamento de 0,45 m entre linhas e com 12 sementes por metro. A adubação de plantio utilizada foi de 400 kg ha⁻¹ do formulado 5-30-15. Cada parcela experimental foi composta de cinco linhas de 5 m de comprimento. Os tratos culturais foram os inerentes à cultura, utilizados quando necessários. No controle da irrigação, sistema pivô-central, foi empregado o irrigômetro (SILVEIRA et al., 2009).

O primeiro experimento foi instalado no dia 08/05/2014 e a emergência ocorreu no dia 13/05/2014. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os seis tratamentos foram: Um tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura e inoculação das sementes com rizóbio (tratamento inoculação), um tratamento que recebeu 160 kg ha⁻¹ de N aos oito dias após a emergência das plantas (tratamento referência) e quatro tratamentos com doses de 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N aplicadas no estádio V4, na forma de ureia. No tratamento com inoculação das sementes, utilizou-se uma mistura de rizóbios, SEMIA 4077, SEMIA 4080 e SEMIA 4088.

No dia 21/05/2014 foi criado o tratamento referência com a aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N em cobertura, em cada repetição. Esse tratamento

é assim denominado porque se tem a premissa de que a quantidade de N aplicada irá atender à demanda da planta na sua totalidade, descartando possível deficiência de N. O adubo foi aplicado de forma manual, em sulco, ao lado da planta, e incorporado com o auxílio de um sacho. Foi feita uma irrigação de 8 mm logo após a adubação.

No início da abertura do terceiro trifólio do feijoeiro (estádio V4), no dia 02/06/2014, foram aplicadas as quatro doses de nitrogênio, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹. Logo em seguida à adubação foi realizada a irrigação com uma lâmina d' água de 8 mm. No dia 17/06/2014, 15 dias após a adubação de cobertura, efetuou-se a leitura SPAD em todos os tratamentos, no primeiro trifólio da planta, com o clorofilômetro portátil Minolta SPAD-502.

O plantio do experimento de 2015 foi realizado nas mesmas condições do anterior, mas foi mais tardio e em local diferente, apesar de próximo. O plantio ocorreu em 09/06/2015 e a emergência em 15/06/2015. Quinze dias após a emergência do feijoeiro (DAE) foi criado o tratamento referência com a aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Por ocasião do início de abertura do terceiro trifólio do feijoeiro, no dia 14/07/2015 (estádio V4), foram implantados os quatro tratamentos de N, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹ e, no dia 28/07/2015, 14 dias após a adubação de cobertura, efetuou-se a leitura SPAD em todos os tratamentos. Com as leituras SPAD, calculou-se o ISN pela relação entre as leituras SPAD dos tratamentos e as leituras SPAD do tratamento referência.

Para definir entre os dois primeiros trifólios do feijoeiro qual é o adequado para ser usado na tomada de leituras com o clorofilômetro, foi conduzido outro experimento na Embrapa Arroz e Feijão, que consistiu de quatro tratamentos de N, aplicados em cobertura, linhagem CNFP 15193, grupo preto, com quatro repetições, em delineamento em blocos casualizados. O plantio foi realizado no dia 17/11/2014 e a adubação de base foi de 200 kg ha⁻¹ de 10-52-00 (MAP).

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5 m de comprimento. Quatro doses de nitrogênio, 0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹, na forma de ureia, foram aplicadas em cobertura, aos 20 dias após a emergência, no dia 14/12/2014. Foram realizadas leituras SPAD com o clorofilômetro aos 36, 42, 46, 49 e 53 DAE. As leituras foram feitas separadamente no primeiro e no segundo trifólios e os dados comparados pelo teste t.

Resultados e Discussão

Os valores médios da leitura SPAD do clorofilômetro e do ISN, em razão das doses de nitrogênio aplicadas, dos experimentos conduzidos em 2014 e em 2015, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Leituras SPAD e ISN das folhas de feijão, em razão das doses de nitrogênio (N) e inoculação das sementes com rizóbio, em 2014 e 2015.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	2014		2015	
	Leituras SPAD	ISN	Leituras SPAD	ISN
20	40,8	86,1	45,4	92,5
40	42,4	89,5	46,5	94,7
60	43,9	92,6	47,5	96,7
80	45,2	96,0	49,0	99,8
160 (referência)	47,4	100,0	49,1	100,0
0 (inoculado)	44,9	94,7	45,8	93,3

No plantio de 2014, o valor do ISN do tratamento com inoculação foi de 94,7%, o que pode inferir que a inoculação das sementes com rizóbio permitiu alcançar o ISN usado para o feijoeiro, de 95%. Os tratamentos de 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura não condicionaram alcançar o ISN ideal para a planta, inferindo que as doses aplicadas foram abaixo das necessárias para a cultura. Entretanto a dose de 80 kg ha⁻¹ foi suficiente para atender à cultura em termos de N.

No plantio de 2015 o valor do ISN do tratamento inoculação foi de 93,3%, significando que não foi alcançado o ideal, de 95%.

Infere-se que a prática de inoculação naquela condição não supriu adequadamente a necessidade de N pela planta, diferentemente do ano anterior, em que o ISN do tratamento com rizóbio foi de 94,7%, muito próximo do ideal de 95%. Esses resultados confirmam mais uma vez os resultados divergentes encontrados na literatura com relação à eficiência da inoculação das sementes de feijão com rizóbio para viabilizar a FBN. Alguma condição de ambiente ou de estresse limitou a eficiência da FBN em suprir as necessidades da planta em nitrogênio. Nesse ano, somente a dose de 20 kg ha⁻¹ de N não atendeu às necessidades da cultura.

Diante do que foi apresentado e, independente das doses de N aplicadas em cobertura, a técnica do clorofilômetro pode ser usada no campo, calculando-se o ISN de plantas oriundas de sementes inoculadas com rizóbio em relação à plantas de áreas referência. Essas áreas de referência, em torno de quatro, são pequenas, com cerca de 50 m² cada, distribuídas ao longo da lavoura e também inoculadas e adubadas previamente com uma quantidade de N de 160 kg ha⁻¹, no estágio inicial de desenvolvimento da planta. Assim, todas as condições de cultivo são semelhantes, excluindo a adubação das áreas referência. Se a determinação do ISN for feita no estágio V4, terceira folha trifoliada aberta, época normal de aplicação de N em cobertura, e o valor estiver abaixo de 95%, mostrando que a inoculação das sementes para viabilizar a FBN não foi eficiente, o produtor de feijão poderá corrigir em toda a lavoura a deficiência de N das plantas que receberam inoculação, aplicando-o em cobertura. Ainda não há recomendação da quantidade de N a ser aplicada em cobertura pela análise do valor do ISN. Entende-se que, quanto mais distante o valor de ISN de 95%, maior a dose de N a ser aplicada, que deve estar na faixa entre 60 e 120 kg ha⁻¹, que são as doses de N normalmente aplicadas em cobertura pelos produtores.

Com relação ao estudo de definição entre os dois primeiros trifólios do feijoeiro, adequados para serem usados na tomada das leituras com o clorofilômetro, na Tabela 2 são apresentados os valores de leitura SPAD, coletados em cinco épocas de avaliação, no primeiro e segundo trifólios, em razão dos tratamentos com N e dias após a emergência, nas plantas de feijão, linhagem CNPF 15193.

Tabela 2. Valores de Leitura SPAD no primeiro e segundo trifólios do feijoeiro, linhagem CNPF 15193, em razão das doses de nitrogênio (N) aplicadas e dias após a emergência (DAE).

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Leituras do clorofilômetro											
	Idade da planta (DAE)											
	30		36		40		43		47		Média	
	Trif. 1	Trif. 2	Trif. 1	Trif. 2	Trif. 1	Trif. 2	Trif. 1	Trif. 2	Trif. 1	Trif. 2	Trif. 1	Trif. 2
0	34,8	34,9	29,0	29,1	29,5	30,0	27,3	27,1	22,7	23,8	28,7	29,0
30	36,1	35,4	30,8	30,8	31,8	32,2	29,8	30,1	26,5	25,9	31,0	30,9
60	35,7	36,2	31,2	31,9	34,1	33,1	32,0	30,1	27,3	27,0	32,1	31,7
120	37,3	36,8	33,4	33,3	35,7	35,2	32,0	33,7	27,8	28,2	33,2	33,4
	P = 0,43 ns		P = 0,40 ns		P = 0,44 ns		P = 0,49 ns		P = 0,42 ns			

Comparou-se, pelo teste t, as leituras SPAD do primeiro trifólio com as do segundo, nas cinco datas de avaliação e doses de N. A análise mostrou que não existe diferença significativa entre os valores SPAD do primeiro e segundo trifólios, concluindo que ambos os trifólios podem ser usados para tomadas de leituras SPAD com o clorofilômetro, desde que utilizados separadamente. Assim, pela maior facilidade de identificação em campo e a certeza de que se encontra totalmente formado, recomenda-se a utilização do primeiro trifólio na tomada das leituras com o clorofilômetro portátil.

Conclusões

O Índice de Suficiência de Nitrogênio, determinado com o clorofilômetro portátil, permite determinar se a planta de feijão está suprida de nitrogênio, quer seja proveniente da fixação biológica ou da adubação nitrogenada.

Não existe diferença entre os valores das leituras com o clorofilômetro no primeiro e segundo trifólios do feijão-comum. Dada a maior facilidade de identificação em campo e a certeza de que se encontra totalmente formado, recomenda-se a utilização do primeiro trifólio na tomada das leituras com o clorofilômetro portátil.

Referências

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 8, n. 1, p. 56-60, Jan./Mar. 1995.

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, July/Aug. 1997.

MAIA, S. C. M. **Uso do clorofilômetro portátil na determinação da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de feijoeiro**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.

PELEGRIN, R. de; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 219-226, jan./fev. 2009.

PENG, S.; GARCÍA, F. V.; LAZA, R. C.; CASSMAN, K. G. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 5, p. 987-990, Sept./Oct. 1993.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B. dos; SILVEIRA, P. M. da. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, out./dez. 2010.

SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M.; BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter reading. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 23, n. 17/20, p. 2173-2178, 1992.

SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, set. 2003.

SILVEIRA, P. M. da; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, R. A. de. **Manejo da irrigação do feijoeiro com o uso do irrigâmetro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 84).

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P.; PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 4, p. 370-377, abr. 2011.

TAKEBE, M.; YONEYAMA, T. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v. 23, n. 2, p. 86-93, Oct. 1989.

VARVEL, G. E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, n. 4, p. 1233-1239, July/Aug. 1997.

WASKOM, R. M.; WESTFALL, D. G.; SPELLMAN, D. E.; SOLTANPOUR, P. N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, n. 3/4, p. 545-560, 1996.

YADAVA, U. L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 6, p. 1449-1450, Nov./Dec. 1986.