

# USO DO CLOROFILÔMETRO COMO INDICADOR DA NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA EM ARROZ IRRIGADO

Alberto Baêta dos Santos<sup>1</sup>, Nand Kumar Fageria<sup>2</sup>, Pedro Paulo de Carvalho Caldas<sup>3</sup>, Thiago Henrique Arbués Botelho<sup>4</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa*, manejo de nitrogênio, índice de suficiência de N, biomassa, produtividade de grãos,

## INTRODUÇÃO

Entre as técnicas de manejo necessárias para atingir alto potencial produtivo nos sistemas agrícola de várzea, está a adubação nitrogenada. O manejo apropriado da fertilidade é uma prática importante para conservação e sustentabilidade da produtividade das culturas. A menor produtividade de grãos de arroz irrigado na região tropical, em comparação à subtropical, pode ser atribuída à redução do ciclo da cultura e à menor resposta aos fertilizantes. O nitrogênio (N) é o nutriente de maior demanda metabólica pelas plantas, e sua carência normalmente é um fator limitante do crescimento das culturas. O N promove a rápida expansão da folha e aumenta os componentes da produtividade.

Como alternativa aos métodos convencionais de recomendação de adubação nitrogenada, estudos de teste rápido com auxílio de sensor portátil têm sido realizados com muito sucesso, no Brasil, para monitorar o “status” de N em planta e determinar a época mais adequada para a sua aplicação em diversas culturas, como arroz (ARGENTA et al., 2001; SCIVITTARO et al., 2005; SILVA et al., 2007) e feijoeiro (BARBOSA FILHO, et al., 2009; SILVEIRA, et al., 2003). Como os agricultores não dispõem de resultados da análise da planta ou de outro método de orientação, a adubação nitrogenada mineral é quantificada pela análise visual da lavoura ou baseada numa recomendação tradicional. Se a adubação nitrogenada for subestimada, ocorre redução na produtividade de grãos e, se superestimada, ocorre aumento dos custos, pelo uso desnecessário de adubo e, consequentemente, impacto negativo ao ambiente pela lixiviação de nitrato. Os resultados com o uso do clorofilômetro têm sido positivos, apresentando, em geral, maior eficiência agrônômica do N aplicado do que com as práticas convencionais, baseadas em épocas pré-fixadas para aplicação do N em cobertura.

O objetivo desse estudo foi determinar a resposta do arroz irrigado a doses de N e avaliar a influência do manejo desse nutriente baseado no uso do clorofilômetro no desempenho da cultivar BRS Tropical.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão, em Goianira, GO, em um Gleissolo. As análises químicas, granulométricas e classificação textura das amostras de solo coletadas no início do estudo, na camada de 0 a 0,10 m de profundidade, revelaram 4,5 de pH em água (1:2,5); 10 cmolc dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 3 cmolc dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 81 mg dm<sup>-3</sup> de P; 218 mg dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 3,4 mg dm<sup>-1</sup> de Cu; 2,6 mg dm<sup>-3</sup> de Zn; 510 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 20 mg dm<sup>-3</sup> de Mn; 20 g kg<sup>-1</sup> de MO; 234 g kg<sup>-1</sup> de argila; 220 g kg<sup>-1</sup> de silte; 546 g kg<sup>-1</sup> de areia; Franco-argilo-arenoso.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com dez tratamentos,

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, Km 12, Zona Rural, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, baeta@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, fageria@cnpaf.embrapa.br.

<sup>3</sup> Estudante do Curso de Agronomia/UFG, bolsista da Embrapa Arroz e Feijão, pp.agro@hotmail.com.

<sup>4</sup> Estudante do Curso de Agronomia/UNI-ANHANGUERA, bolsista da Embrapa Arroz e Feijão, arbo@cnpaf.embrapa.br.

constituídos por técnicas de manejo do N na cultivar BRS Tropical de arroz irrigado, e quatro repetições. Foram avaliados (Tabela 1) as testemunhas absoluta e de cobertura, as doses de 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura e três tratamentos baseados nas relações entre as leituras do clorofilômetro e as do tratamento Referência (REF). Esses três últimos tratamentos foram estabelecidos de forma que um poderia receber uma adubação; o outro duas e o terceiro três aplicações de até 30 kg ha<sup>-1</sup> de N. O tratamento Referência foi de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, correspondendo ao dobro da dose recomendada, que é de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, para assegurar a não ocorrência de deficiência de N. Nas aplicações baseadas no uso do clorofilômetro Minolta SPAD-502, usou-se o índice de suficiência de N (ISN) < 90%, ou seja, quando a leitura SPAD foi menor que 90% REF, aplicaram-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, se igual ou maior que 90% REF e menor que 95% REF, aplicaram-se 15 kg ha<sup>-1</sup> de N, se a leitura SPAD foi maior ou igual a 95% REF, não se aplicou N. As leituras no clorofilômetro (unidades-SPAD-Soil Plant Analysis Development) foram tomadas semanalmente, dos 26 aos 75 dias após a emergência (DAE), no terço médio da última folha desenvolvida do perfilho principal de 30 plantas de arroz.

Na semeadura, as parcelas receberam 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 5-30-15, exceto o tratamento Test Abs que recebeu quantidades equivalentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, nas formas de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Foi usado o sistema de semeadura em linha em solo seco, com 80 sementes por metro, no espaçamento de 0,17 m. Os dados foram submetidos à análise de variância e, os efeitos das doses de N à análise de regressão e, as médias dos tratamentos monitorados pelo clorofilômetro comparadas com a recomendação local, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Tabela 1.** Doses e épocas de aplicação de N em arroz irrigado cultivado em um Gleissolo, em Goianira, GO.

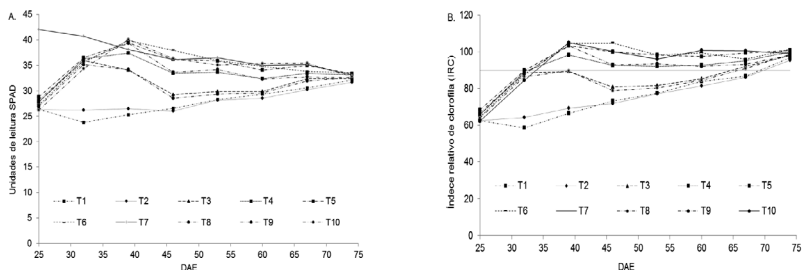
Tratamento <sup>1</sup>	Semeadura	Época de aplicação de N em cobertura			
		18 DAE (V4)	27 DAE (V6)	33 DAE (V7)	55 DAE (V12)
T1 Test. Abs.	0		0		
T2 Test. Cob.	20		0		
T3	20		30		
T4	20		60		
T5 Recomendado	20		90		
T6	20		120		
T7 Referência	20	180			
T8 Clorofilômetro	20		30		
T9 Clorofilômetro	20		30	30	
T10 Clorofilômetro	20		30	30	15

<sup>1</sup>T1 = Testemunha sem N na semeadura e em cobertura; T2 = Testemunha sem N em cobertura; T3 = Pré-fixado 30 kg ha<sup>-1</sup> de N; T4 = Pré-fixado 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T5 = Pré-fixado 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, corresponde a recomendação local; T6 = Pré-fixado 120 kg ha<sup>-1</sup> de N; T7 = Referência, 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, para assegurar a não ocorrência de deficiência de N; T8, T9 e T10 = "SPAD", tratamentos baseados nas relações entre as leituras do clorofilômetro e as do tratamento Referência.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

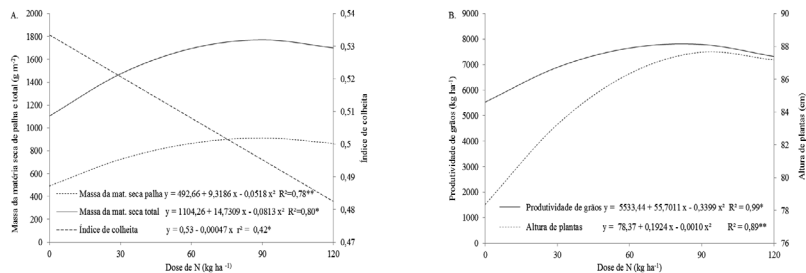
Na Figura 1, pode-se comparar as duas estratégias de aplicação do N, uma baseada nas leituras diretas e outra na suficiência de N determinadas a partir de um valor de referência, em relação a uma área adubada com alta dose de N de forma a assegurar a não ocorrência de deficiência de N. As unidades-SPAD ou teor relativo de clorofila dos tratamentos que receberam N foram crescentes até atingir valores máximos ao redor de 39 DAE, que correspondeu aos estádio vegetativo V7 - V8, e, a partir daí, declinaram e se estabilizaram até a última leitura. Como era esperado, na menor dose de N, os valores máximos das unidades-SPAD foram menores que os demais e ocorreram mais cedo, declinando a seguir. No estádio vegetativo V6 foi observado com o auxílio do clorofilômetro ISN abaixo de 90%, indicando, portanto, o momento e a necessidade de aplicação de N complementar, razão pela qual foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura nos três tratamentos monitorados pelo sensor.

Santos et al. (2009) verificaram que atraso na época de início da inundação contínua como na época de aplicação de N em cobertura acarretam redução na biomassa e na qualidade e produtividade de grãos do arroz irrigado.



**Figura 1.** Efeitos do manejo da adubação nitrogenada sobre as leituras do clorofilômetro (unidades - SPAD) (A) e o índice de suficiência de N (B) nas folhas do arroz irrigado. O índice (ISN) de 90% representa 90% das leituras do tratamento Referência.

Os tratamentos com doses crescentes pré-fixadas de N foram usados para a determinação das curvas de resposta das características agrônômicas da cultivar BRS Tropical de arroz irrigado à aplicação do fertilizante nitrogenado. Foram quadráticas as respostas da massa da matéria seca de palha (MSPalha) e total (MSTotal) às doses de N, sendo as máximas MSPalha e MSTotal de 912 e 1771 g m<sup>-2</sup> obtidas com 82 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente (Figura 2A). Isso mostra que a fitomassa por ocasião da colheita do arroz irrigado se relaciona com as doses de N aplicadas em cobertura. O índice de colheita (IC) declinou linearmente com a fertilização nitrogenada (Figura 2A), indicando que o aumento da massa de grãos devido ao incremento da dose de N não é proporcional ao aumento da biomassa. A produtividade de grãos e a altura de plantas ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 2B); 82 e 97 kg ha<sup>-1</sup> de N foram as doses estimadas pelas equações de regressão para a obtenção de 7815 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e altura de plantas de 88 cm. A dose necessária para a máxima eficiência técnica, ou seja, aquela que proporcionou 90% do valor máximo da produtividade de grãos foi 35 kg ha<sup>-1</sup> de N.



**Figura 2.** Efeitos de doses de N na massa da matéria seca de palha e total e no índice de colheita (A) e na altura de plantas e produtividade de grãos (B) de arroz irrigado.

Os tratamentos que receberam N baseados nas leituras do clorofilômetro apresentaram MSPalha e (MSTotal) e produtividade de grãos similares ao tratamento correspondente à recomendação local e superiores à testemunha sem N em cobertura (Tabela 2). Comparando o tratamento cuja adubação é pré-fixada de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N com os tratamentos com aplicação indicada pelas leituras do clorofilômetro, constata-se que a quantidade de N recomendada para o cultivo de arroz irrigado na região está sendo superestimada, resultando em desperdício desse nutriente e consequente elevação do

custo de produção do arroz. Scivittaro et al. (2005) verificaram a possibilidade de uso dos indicadores índice de área foliar e teor de N na parte aérea da planta de arroz na estimativa da necessidade de realização de adubação nitrogenada complementar na diferenciação da panícula, o que se aplica, também, às medidas do teor relativo de clorofila realizadas durante o perfilhamento da planta. Por outro lado, no estudo de Silva et al. (2007) os índices obtidos pelo clorofilômetro se relacionaram com as doses de N aplicadas, porém não houve correlação entre o estado nutricional na fase vegetativa das plantas de arroz com a produtividade de grãos de arroz.

**Tabela 2.** Efeitos do manejo de N baseado no uso do clorofilômetro sobre a massa da matéria seca de palha (MSPalha) e total (MSTotal), o índice de colheita (IC) e a produtividade de grãos de arroz irrigado.

Tratamento <sup>1</sup>	MSPalha <sup>2</sup> (g m <sup>-2</sup> )	MSTotal (g m <sup>-2</sup> )	IC	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
T2	500b	1087b	0,54a	5522b
T5	1044a	1932a	0,46b	7902a
T8	726ab	1447ab	0,50ab	7068ab
T9	866a	1719a	0,50ab	8201a
T10	1021a	1904a	0,47b	7505ab

<sup>1</sup>T2 = Testemunha sem N em cobertura; T5 = Pré-fixado 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, corresponde a recomendação local; T8, T9 e T10 = "SPAD", tratamentos baseados nas relações do clorofilômetro e as do tratamento de referência. <sup>2</sup>Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

## CONCLUSÃO

A biomassa e a produtividade de grãos de arroz irrigado apresentam respostas quadráticas ao incremento das doses de nitrogênio.

A aplicação de N na época indicada pelo índice de suficiência de nitrogênio (ISN < 90%) foi promissora em predir a necessidade da adubação nitrogenada em cobertura no arroz irrigado, com menor gasto de fertilizante nitrogenado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; CARMONA, R. C.; TEICHMANN, L. L.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 311-313.
- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 2, p. 425-431, 2009.
- SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K.; PRABHU, A. S. Desempenho de arroz irrigado influenciado pelo manejo de água e de nitrogênio em várzea tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: IRGA, 2009. CD-ROM.
- SCIVITTARO, W. B.; SCHAFFER, G.; GOMES, A. da S. Uso de indicadores do nível de nitrogênio na planta de arroz para predição da necessidade de adubação nitrogenada na diferenciação da panícula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UFSM, 2005. p. 477-479.
- SILVA, L. S. da; BOHNEN, H.; MARCOLIN, E.; MACEDO, V. R. M.; POCOJESKI, E. Resposta a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz irrigado. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 189-194, 2007.
- 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, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.