

LEITURA CRÍTICA DO CLOROFILÔMETRO PARA MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO POR ALAGAMENTO

CHLOROPHYLL METER CRITICAL READING TO NITROGEN FERTILIZATION MANAGEMENT IN FLOODED RICE

SILVA, Leandro Souza da^{1*}, POCOJESKI, Elisandra², GRAUPE, Fábio Adriano³, PIT, Luciano Luiz⁴, BUNDT, Ângela da Cas⁴ & GUTERRES, Alisson Pujol⁴

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi monitorar o estado nutricional das plantas com o clorofilômetro e estabelecer um valor crítico de leitura SPAD, para auxiliar no manejo da adubação nitrogenada em cobertura para o arroz irrigado por alagamento. O experimento foi desenvolvido no ano agrícola 2006/07, em Santa Maria - RS, em um Planossolo Háplico, com o cultivar de arroz IRGA 422 CL. Como tratamentos, foram pré-estabelecidas seis faixas de valores de leitura do clorofilômetro, entre 26 e 40 unidades SPAD no estágio R0 do arroz. Para tanto, aplicaram-se seis doses de N (0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹) no estágio V4 e foram realizadas avaliações semanais com o clorofilômetro na última folha completamente expandida sendo aplicadas doses adicionais de N para atingir os valores de leitura previstos em R0. Houve relação linear entre os valores de leituras do clorofilômetro em R0 e o teor foliar de N, com reflexo direto sobre a produção de matéria seca e a quantidade de N acumulado na parte aérea. Entretanto, a resposta das plantas em produtividade de grãos teve um comportamento quadrático quando relacionada com as leituras do clorofilômetro, sendo estimado o valor crítico de leitura de 36 unidades SPAD em R0 para a obtenção da máxima produtividade de grãos nesse experimento.

Palavras-chave: nitrogênio, manejo, clorofilômetro, avaliação nutricional, nível crítico.

ABSTRACT

The objective of this work was to monitor the nutritional status in plants by using the chlorophyll meter and establish a critical SPAD reading value in order to help on the managing of nitrogen topdressing fertilization to flooded rice. The field experiment was carried out in 2006/07 growing season, in Santa Maria - RS, on a Planossolo Háplico (Albaqualf) by using the rice cultivar IRGA 422 CL. As treatments, six ranges of SPAD reading values of the chlorophyll meter were pre-established between 26 and 40 at the rice R0 stage. Six N doses (0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹) were applied at the rice V4 stage, and weekly evaluations with the chlorophyll meter were performed on the intermediary portion of the last completely expanded leaf. Additional N applications were made in order to reach the pre-established reading values at the R0 stage. There was a linear relation between the values of the SPAD reading at the R0 stage and N content in the plants, with direct effects on the dry matter production and the accumulated N quantity in shoot. However, grain productivity had a quadratic behavior when related to chlorophyll meter readings and the estimated critical reading value in order to obtain maximum grain productivity was 36 SPAD unities at R0 stage.

Key words: Nitrogen, management, chlorophyll meter, crop nutrition evaluation, critical level

INTRODUÇÃO

Em ambientes alagados, o nitrogênio (N) é um dos elementos mais influenciados pelas condições de anaerobiose, podendo sofrer várias transformações, sendo que algumas delas possibilitam perdas, principalmente por desnitrificação (VAHL & SOUSA, 2004). A dificuldade de prever a intensidade das transformações que ocorrem com o N, aliada as variações climáticas que controlam a mineralização da matéria orgânica do solo e o crescimento da cultura, tornam os resultados da análise de solo pouco sensíveis para estimar a disponibilidade do nutriente às plantas de arroz irrigado (TURNER & JUND, 1994).

Um método que vem sendo utilizado em outros países (Japão e EUA) para estimar o nível de N e a necessidade de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do arroz irrigado é o medidor portátil de clorofila, clorofilômetro. O medidor de clorofila modelo SPAD-502 fornece leituras correspondentes à concentração do pigmento clorofila presente na folha, sem destruí-la, pressupondo-se correlação entre os valores do aparelho com o teor de N foliar (ARGENTA et al., 2001). Para a cultura do arroz, TURNER & JUND (1991) e PENG et al. (1993) encontraram correlação positiva entre a leitura do clorofilômetro e teor de N no tecido vegetal e determinaram valores críticos para a cultura nos estádios de iniciação da pré-panícula e diferenciação da panícula. Utilizando alguns cultivares de arroz irrigado cultivados no RS e SC, POCOJESKI (2007) obteve correlação significativa entre as leituras do clorofilômetro com os teores de N na folha, indicando a viabilidade técnica de uso do aparelho no monitoramento do estado nutricional do arroz irrigado, independentemente do cultivar ou da época de amostragem. Entretanto, ainda não se conhecem valores de leituras do clorofilômetro críticas para a cultura, em nível de Brasil e/ou RS, informação que pode subsidiar o estabelecimento de uma correta recomendação da adubação nitrogenada em cobertura.

O objetivo desse trabalho foi monitorar o estado nutricional das plantas com o clorofilômetro e estabelecer um valor crítico de leitura SPAD, para auxiliar no manejo da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do arroz irrigado por alagamento.

O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2006/07, em Santa Maria, RS. O clima da região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul enquadra-se na classe "Cfa", subtropical úmido, de acordo com a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). O solo onde foi conduzido o experimento classifica-se como um Planossolo Háplico eutrófico arênico (EMBRAPA, 2006). Utilizou-se sistema de preparo do solo

⁽¹⁾ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFSM, 97105-900, Santa Maria - RS. leandro@smail.ufsm.br *autor para correspondência

⁽²⁾ Eng. Agrônoma, M.Sc., doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFSM - RS.

⁽³⁾ Eng. Agrônomo, BR 20, km70, CEP 47650-000 - Correntina - BA.

⁽⁴⁾ Acadêmico do curso de Agronomia da UFSM - RS.

(Recebido para Publicação em 12/03/2008, Aprovado em 29/07/2008)

SILVA et al. Leitura crítica do clorofilômetro para manejo da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado por alagamento convencional, com aração e gradagem. A semeadura foi realizada no dia 12/11/2006, com uma densidade de sementes de 100 kg ha⁻¹ do cultivar de arroz irrigado IRGA 422 CL. Como adubação de semeadura, foram utilizados 250 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-30 de N-P₂O₅-K₂O. Os tratamentos consistiram de seis faixas de valores pré-determinados de leitura do clorofilômetro (unidades SPAD) a serem atingidos no estágio R0 (início da diferenciação do primórdio floral), segundo escala de COUNCE et al. (2000) (Tabela 1). Para que houvesse a distinção das faixas de leituras SPAD, foram aplicadas diferentes doses de N (0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹, na forma de uréia), no dia 10/12/2006, correspondendo ao estágio V4 (início do perfilhamento). A partir de 11 dias do alagamento da área até 18/01/07, foram realizadas leituras semanais com o clorofilômetro, aproximadamente no meio da última folha completamente expandida de 10 plantas por parcela e, de acordo com os valores obtidos, mais N foi aplicado, visando atingir os valores de leituras pré-estabelecidos (Tabela 1).

No estágio R0 (23/01/07) foi realizada a leitura com o clorofilômetro e a coleta da parte aérea das plantas, as quais foram imediatamente pesadas, para a determinação da massa de matéria fresca e, posteriormente à secagem, da massa da matéria seca das plantas. Uma amostra do tecido vegetal foi moída para determinação do teor de N, conforme metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995). Com base na quantidade de matéria seca e N total no tecido das plantas, foi calculado o acúmulo de N no tecido da parte aérea. As panículas de arroz foram colhidas, trilhadas e a umidade dos grãos determinada, corrigindo-se os valores de produtividade para 13%. Foram estabelecidas correlação entre as leituras do clorofilômetro no estágio R0 e os parâmetros avaliados, sendo que a leitura crítica do clorofilômetro foi considerada quando a derivada da equação entre leitura e rendimento de grãos fosse igual a zero, ou seja, não houvesse mais incremento de rendimento de grãos com o aumento da leitura do clorofilômetro.

Os valores de leituras SPAD do clorofilômetro no estágio R0 não foram exatamente aqueles pré-estabelecidos, porém, houve uma variação entre 30 e 40 unidades entre os tratamentos com as menores e maiores doses de N aplicadas (Tabela 1). Houve relação linear entre as leituras do clorofilômetro e o teor de N na parte aérea das plantas no estágio R0 (teor de N= 1,15índiceSPAD -1,76; r²= 0,8876) como já demonstrado também em outros trabalhos (PENG et al., 1993), inclusive para os cultivares utilizados no RS (POCOJESKI, 2007). Isso indica que o clorofilômetro é um método eficiente em estimar o teor de N nas plantas de arroz irrigado e tem potencial de uso para manejar as aplicações de N em cobertura nessa cultura. Os valores de leitura SPAD no estágio R0 também se relacionaram linearmente com a matéria seca (matéria seca= 242,32índiceSPAD - 2984,7; r²= 0,8683) e com o N acumulado pela parte aérea das plantas (N acumulado= 16,39índiceSPAD - 385,07; r²= 0,9461), reforçando que o aparelho permite acompanhar tanto os teores de N na folha avaliada (POCOJESKI, 2007), como a resposta à adição de N pela produção de matéria seca da planta (SILVA et al., 2007).

Entretanto, o aumento das leituras do clorofilômetro não se refletiu linearmente com a produtividade de grãos, para o qual o comportamento foi ajustado para uma equação quadrática (Figura 1). Esse comportamento indica um valor de leitura SPAD crítica a partir do qual não há mais incremento na produtividade de grãos. Pode-se destacar também que, embora a produção de matéria seca e, conseqüentemente, o acúmulo de N pelas plantas, tenha aumentado linearmente com o aumento das leituras (em função da dose N aplicada), as plantas não converteram o N acumulado na fase vegetativa em produção de grãos na fase reprodutiva. Os cultivares, segundo BELOW et al. (1981), podem ser separados em dois grupos, quanto ao comportamento na utilização do N: 1) plantas que absorvem e assimilam maiores proporções de N na fase vegetativa e redistribuem intensamente na fase reprodutiva e apresentam rápida senescência associada com alta atividade de proteases e queda na capacidade fotossintética; e 2) plantas que apresentam grande proporção de absorção e assimilação de N após a floração, sendo as demais características opostas as da primeira. Além disso, outros fatores interespecíficos, como a competição dos afilhos por luz

e N (PEREIRA, 1989) bem como a temperatura, também podem influenciar no rendimento de grãos da cultura.

O valor de leitura do clorofilômetro no estágio R0 em que foi obtida a máxima produtividade de grãos foi estimado matematicamente em 36 unidades SPAD (Figura 1), ao qual corresponde um teor de N na planta de 3,5% e 204,9 kg de N acumulado pela parte aérea das plantas. Um valor crítico de 35 unidades SPAD foi utilizado por PENG et al. (1996) para o cultivar de arroz irrigado IR72, para manejar as aplicações de N. O valor de leitura crítica do clorofilômetro poderia ser utilizado como referência para a aplicação de N quando as avaliações desses parâmetros fossem abaixo do crítico. Importante salientar que o valor de 36 unidades SPAD foi obtido no tratamento T4, onde a dose de N em cobertura acumulada foi de 115 kg ha⁻¹, somado aos 12,5 kg ha⁻¹ aplicados na semeadura, está próxima aos 120 kg ha⁻¹ indicados pela CQFS RS/SC (2004) e SOSBAI (2007) para adubação do arroz irrigado em algumas condições.

Conclui-se que as leituras do clorofilômetro têm relação direta com o teor de N nas folhas, produção de matéria seca e N acumulado pela parte aérea das plantas de arroz irrigado. Maiores leituras do clorofilômetro não se refletem diretamente em maior produtividade de grãos, sendo o valor de 36 unidades SPAD estimado como leitura crítica para a maior produtividade de arroz nesse experimento.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS pelo auxílio financeiro, ao Programa FIPE Sênior/UFSM pela bolsa de iniciação científica e a CAPES pelas bolsas de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; BORTOLINI, C.G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.715-722, 2001.
- BELOW, F.E.; CHRISTENSEN, L.E.; REED, A.J. et al. Availability of reduced N and carbohydrates for ear development of maize. **Plant Physiology**. v. 68, p.1186-1190, 1981.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS-NRS/EMBRAPA-CNPT, 2004, 400 p.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**. v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. 1. ed. Viçosa: UFV. 2001. 122 p.
- MORENO, J.A. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. **Divisão de Terras e Colonização**, Porto Alegre, 1961.
- PENG, S.; GARCIA, F.V.; LAZA, R.C. et al. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, v.85, n.5, p.987-990, 1993.
- PENG, S.; GARCIA, F.V.; LAZA R.C. et al. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. **Field Crops Research**, v.47, p.243-252, 1996.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.1, p.5 -11, 1989.
- POCOJESKI, E. **Estimativa do estado nutricional de arroz irrigado por alagamento**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). 2007. 97 f. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- SILVA, L.S. ; BOHNEN, H.; MARCOLIN, E. et al. 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.
- SOSBAI, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Arroz Irrigado:

SILVA et al. Leitura crítica do clorofilômetro para manejo da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado por alagamento. *Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil*. In: **V CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; E XXVII REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27.**, Pelotas, 2007. 164 p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais** - 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TURNER, F.T.; JUND, M.F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. *Agronomy Journal*, v.83, n.5, p.926-928, 1991.

TURNER, F.T. & JUND, M.F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. *Agronomy Journal*, Madison, v.83, n.5, p.926-928, 1994.

VAHL, L.C.; SOUZA, R.O. Aspectos físico-químicos de solos alagados. In: GOMES, A. da S., MAGALHÃES JUNIOR, A.M. de (Org). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Embrapa, Brasília - DF, 2004, p.97-117, cap. 4.

Tabela 1. Tratamentos, quantidade de N aplicado em cobertura e avaliações realizadas com o clorofilômetro durante o cultivo do arroz irrigado. Cultivar IRGA 422 CL. Safra 2006/2007. Santa Maria - RS.

Tratamentos	Épocas de avaliação com clorofilômetro					
	21/12/06	27/12/06	04/01/07	13/01/07	18/01/07	23/01/07
(10/12/06) leituras do clorofilômetro (unidades SPAD)					
T1 - 24-27* (0)**	37,9	36,4	33,9	31,3	30,9	30,8
T2 - 27-30 (20)	39,2	39,6	36,1	33,0	31,2	31,2
T3 - 30-33 (40)	39,6	39,1	36,3	34,2	32,0 (15)	32,8
T4 - 33-36 (60)	39,9	39,3 (15)	39,5	34,8 (15)	33,1 (25)	36,1
T5 - 36-39 (80)	39,5	39,5 (30)	39,7	35,7 (30)	34,1 (50)	36,9
T6 - >40 (100)	40,6	41,3 (45)	40,4 (15)	38,0 (45)	34,7 (75)	39,5

* Valores pré-definidos de leituras do clorofilômetro para cada tratamento a serem atingidos no estágio R0.

** Os valores entre parênteses representam as quantidades de N aplicadas (kg ha^{-1}) após as leituras com o clorofilômetro exceto aquela realizada em V4 (10/12/06) que correspondeu a primeira aplicação de N em cobertura sem avaliação prévia com o clorofilômetro.

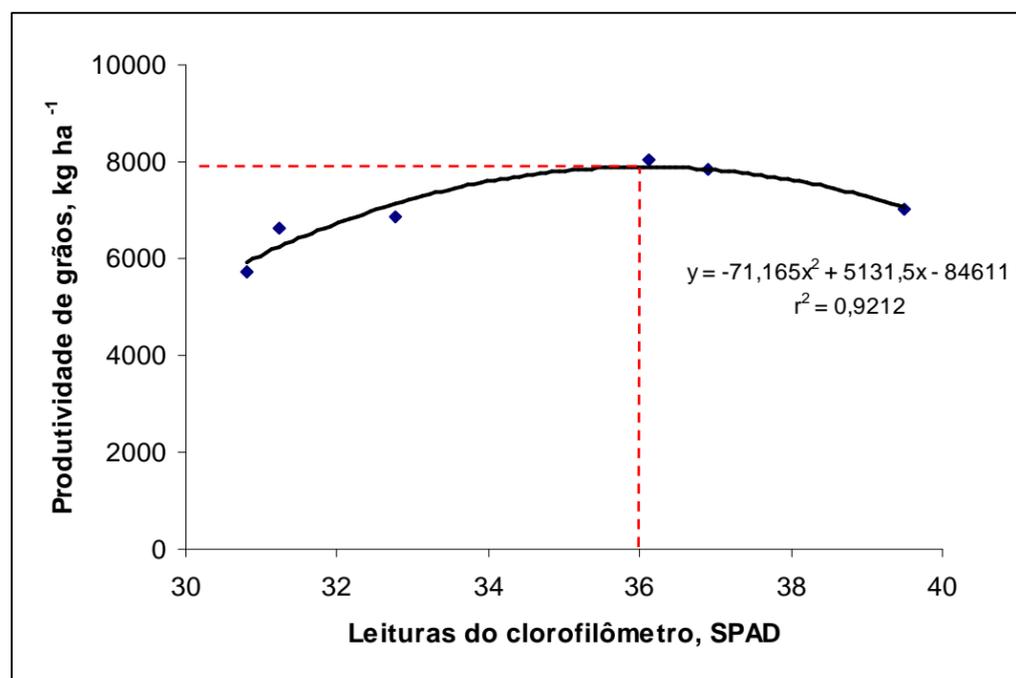


Figura 1. Produtividade de grãos de arroz em função das leituras do clorofilômetro (unidades SPAD) realizadas no estágio R0. Cultivar IRGA 422 CL. Safra 2006/2007. Santa Maria - RS.