

Evaluation of rice cultivars contrasting in doses of nitrogen in soils of irrigated lowland

Vanessa Mendes Mattje¹, Rodrigo Ribeiro Fidelis², Raimundo Wagner de Sousa Aguiar², Diogo Ribeiro Brandão², Manoel Mota dos Santos^{3,*}

ABSTRACT

Monitoring of nutrients through the soil analysis and the direct method of destruction of the plant are the most common methods for assessing nutrients for maximum crop production. One method that has been used in other countries (Japan and USA) to estimate the level of need for N and nitrogen application in rice is the portable chlorophyll meter, clorofilog CFL 1030 (Faker[®]). Given that the objective of this study was to assess the level of leaf nitrogen in rice plants, to evaluate the effect of nitrogen by using indirect in rice cultivars, as well as the agronomic characteristics. We evaluated the plant height, number of epikelets per panicle, 100 grain weight, the leaf N content, chlorophyll content and grain yield. The rice cultivars are influenced by levels of nitrogen for plant height, nitrogen content, chlorophyll and 100 grain weight; cultivate the Best 2000 was what got greater productivity.

Key-words: *Oryza sativa* L., absorption efficiency, productivity.

Avaliação de cultivares de arroz em doses contrastante de nitrogênio em solos de várzea irrigada

RESUMO

O acompanhamento dos nutrientes através da análise de solo e pelo método direto de destruição da planta são os métodos mais comuns para avaliação dos nutrientes visando à máxima produção das culturas. Um método que vem sendo utilizado em outros países (Japão e EUA) para estimar o nível de N e necessidade de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do arroz é o medidor portátil de clorofila, clorofilog CFL 1030 (FAKER[®]). Diante disso o objetivo desse trabalho foi de avaliar o teor de nitrogênio na folha em plantas de arroz, avaliar o efeito do nitrogênio pelo uso indireto em cultivares de arroz, bem como, as características agrônômicas. Avaliou-se a altura de plantas, o número de espiguetas por panícula, a massa de cem grãos, o teor de nitrogênio foliar, o teor de clorofila e a produtividade de grão. Os cultivares de arroz são influenciados pelas doses de nitrogênio, para a altura de planta, teor de nitrogênio, clorofila e a massa de cem grãos; o cultivar Best 2000 foi o que obteve maior produtividade.

Palavras-chave: *Oriza sativa* L., eficiência de absorção, produtividade.

*Autor para correspondência:

¹Acadêmica de Química Ambiental, Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Caixa Postal 66, 77.404-970, Gurupi-TO, Brasil; vanessamattje@uft.edu.br

²Departamento de Ciências Agrárias e Tecnológicas; Universidade Federal do Tocantins; Gurupi - TO - Brasil; fidelisrr@uft.edu.br; rswa@uft.edu.br; diogo.brandao.20@hotmail.com

^{3,*}Departamento de Ciências Agrárias e Tecnológicas; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil; santosmm@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Entre as práticas e técnicas empregadas para obtenção de produção de arroz, a escolha da cultivar, a época de plantio e adubação adequada, estão entre as mais importantes. De modo geral, a baixa produtividade das lavouras de arroz, no Brasil, é devido à baixa fertilidade dos solos, manejo inadequado de adubação da planta na área, além da escolha inadequada de cultivares.

Na cultura do arroz, em ambientes alagados, o nitrogênio é um dos elementos mais influenciados pelas condições de anaerobiose. Esse nutriente pode sofrer várias transformações, sendo que algumas delas possibilitam perdas, principalmente pelo processo de desnitrificação e volatilização (Vahil e Souza, 2004). A planta de arroz é bastante exigente em nutrientes, principalmente em nitrogênio de modo que o mesmo esteja prontamente disponível nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade (Fageria et al., 2003).

Um método que vem sendo utilizado para estimar o nível de N e necessidade de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do arroz é o medidor portátil de clorofila, clorofilômetro. Este aparelho permite a obtenção de valores indiretos do teor de clorofila presente na folha de modo não destrutivo, rápido e simples, os quais têm uma correlação com o teor de N (Argenta, et al., 2001). Os valores são calculados com base na quantidade de luz transmitida pela folha em duas regiões de comprimento de onda, nas quais a absorção pela clorofila é diferente. O monitoramento do nível adequado de N na planta faz-se necessário para diagnosticar a necessidade ou não de sua aplicação. Com essa finalidade, uma metodologia que tem se mostrado eficaz é a medição do índice de clorofila nas folhas das plantas (Carvalho et al., 2012).

Scherpers et al. (1992), verificaram que a calibração do clorofilômetro com a concentração de nitrogênio nas folhas, em geral, tem sensibilidade, resultado da estreita correlação entre a concentração de nitrogênio nas folhas e a tonalidade verde destas. A leitura do índice espade tem apresentado maior correlação com o rendimento de grãos do que com o teor de nitrogênio foliar. Contudo, muitos fatores podem afetar a leitura do índice de clorofila. Dentre eles, pode-se citar o estresse hídrico, genótipos, estágio de desenvolvimento da planta, temperatura, irradiação solar, tipo de fertilizante nitrogenado, doenças ou outro tipo de estresse da planta que

afeta o conteúdo de clorofila e, conseqüentemente, a tonalidade verde medida pelo clorofilômetro. Assim, é importante lembrar que o clorofilômetro possibilita ao agricultor, fazer controle da fertilização com nitrogênio, mas ainda não substitui outros métodos.

O Tocantins se destaca em produtividade de arroz no sistema de várzea irrigada; no período de 1989 a 2002, a área média cultivada com arroz nas várzeas do Estado do Tocantins foi de 49 mil hectares, com uma produção de 204 mil toneladas e produtividade média de 4.175 kg ha⁻¹ (Embrapa, 2008). Porém, ainda não se tem muito trabalho com leituras de clorofila para avaliação da necessidade de adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado cultivados no estado do Tocantins.

Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o teor do nitrogênio pelo uso indireto (Clorofilog Falker) e avaliar as características agrônômicas de cultivares de arroz em duas doses contrastante de nitrogênio em cultivares de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano agrícola de 2009/10, na Estação Experimental de Gurupi pertencente à Universidade Federal do Tocantins, caracterizada pelas coordenadas geográficas 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste, numa altitude de 300 m, em solo oriundo de áreas irrigadas do município de Formoso do Araguaia - TO.

Os cultivares utilizados para a realização do trabalho foram: Best 2000, BRSGO Guará, BRS 7 Taim e BRA 01381, no dia 20 janeiro, sendo cultivares mais adaptados às condições de plantio de várzea irrigada, na região produtora de arroz em várzea do Tocantins.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no delineamento inteiramente casualizados com cinco repetições, com vasos de capacidade de 10 litros, sendo a dose de fósforo e potássio, realizada de acordo com recomendações da Embrapa, 2008. O plantio foi realizada no sistema pré germinado, com 2 plantas por vaso. A análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes resultados: pH em CaCl₂ = 4,5; M.O (%) = 1,9; P (Melich) = 5,7; Ca = 3,0 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,9 cmol_c dm⁻³; H+Al = 1,2 e K = 0,2 cmol_c dm⁻³.

Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizadas as doses 20 e 120 kg ha⁻¹ de N, na forma de Sulfato de Anômia (20% N), aplicadas 28 dias após o plantio (20 e 60 kg de

N) fase de perfilhamento de arroz e o restante 60 kg de N, na diferenciação dos primórdios florais. Estas duas doses contrastantes de N foram identificadas em experimentos por (Fageria et al., 1991).

Foi realizado um acompanhamento do nitrogênio através de amostragem da planta e leitura de índice de clorofila utilizando-se para tal um clorofilômetro marca ClorofiLOG[®] modelo CFL 1030, operado conforme as instruções do fabricante (Falker Automação Agrícola, 2008). Neste aparelho, as unidades de mensuração, denominadas Índice de Clorofila Falker (ICF), são produto de fotodíodos que emitem em 635, 660 e 880 nm. Em cada folha foram feitas dez leituras, no terço médio da lâmina foliar/parcela. As coletas das amostras foliares foram feitas no pleno florescimento dos cultivares de arroz. A determinação nitrogênio foliar foi realizada de acordo com metodologia de Malavolta (1997); as folhas utilizadas para as leituras pelo clorofilômetro Falker foram retiradas, secas a temperatura de 70°C, até peso constante; após secas, foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 malhas por plegada.

Altura da planta (AP): a média foi obtida pela medida de 10 plantas perfilhadas ao acaso, por vaso/parcela, tendo-se considerado a distância entre a superfície do solo e o ápice da panícula, por ocasião da colheita.

Número de espiguetas por panícula: foi realizado por contagem direta das panículas viáveis, em cada vaso;

Número de panícula por metros quadrado: foi realizado por meio de contagem direta das panículas, em cada vaso, e transformado para um metro quadrado;

Massa de cem grãos: A massa de 100 grãos foi determinada pela contagem manual de grãos, pesagem (13% base úmida), em cada parcela.

Produtividade: Ao final do cultivo, as plantas foram colhidas, trilhadas, e realizado a pesagem dos grãos e os dados transformados para e determinado em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

Análises de variância: As análises estatísticas foram realizadas por análises de variância por meio do teste F e, quando significativas, comparações de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa computacional SISVAR (Sistema de análise estatística para microcomputadores) (Ferreira, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos nas análises de variância, houve interação significativa para as características altura de planta, massa de cem grãos, nitrogênio foliar e índice de clorofila; mostrando o efeito do nitrogênio em função dos cultivares de arroz. Para a característica espiguetas por panícula, os resultados mostraram ser não significativos tanto para os efeitos individualizados quanto para a interação. Já ao analisar o número de panículas por metro quadrado e produtividade, observou-se efeito isolado dos cultivares bem como, das doses contrastante de nitrogênio (20 e 120 kg ha⁻¹ de N), (Tabela 1).

Os resultados, no geral, se mostraram confiáveis quanto a disposição pela análise estatística, afirmativa essa confirmada pelo coeficiente de variação - CV. De acordo com Pimentel Gomes (1985), avaliações em campo com CV inferior a 30, permite uma certa confiabilidade nos resultados obtidos. O limite máximo de CV aceitável em relação à produtividade, ou seja, considerados médios ou baixos, é de 27,9% no arroz de terras baixas (Costa et al., 2002).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para as características altura de plantas, (AP), espiguetas por panícula (ESPP), espiguetas por metro quadrado (PM²), massa de cem grãos (M100G), nitrogênio foliar (NF), índice de clorofila Falker (ICF) e produtividade de grãos (PG), de quatro cultivares de arroz, cultivados em vasos com solos oriundos de várzea, da região de Formoso do Araguaia – TO, 2010.

FV	Quadrado Médio							
	GL	AP	ESPP	PM ²	M100G	NF	ICF	PG
Cultivar	3	125,685**	1547,757 ⁿ _s	13335,062* _*	8,774*	0,308*	31,221*	13925255,547**
Nitrogênio	1	77,252**	489,610 ^{ns}	11243,251*	3,0443 ^{ns}	0,130 ^{ns}	13,3128 ⁿ _s	4542098,000**
Cult. x N	3	128,868**	416,044 ^{ns}	659,250 ^{ns}	11,836* _*	0,2595 _*	26,241*	96431,227 ^{ns}
Resíduo	21	2,547	777,015	1455,527	2,032	0,065	6,549	86655,318
C V (%)		2,42	22,45	21,36	6,83	6,21	5,98	6,58

^{ns} não significativo; ** significativo para P < 0,01; * significativo para P < 0,05 pelo teste F.

Para a característica altura de plantas dos cultivares dentro da menor dose (20 kg ha⁻¹); observou-se que a cultivar BRSGO Guará, obteve a menor altura (59,75 cm), no entanto, diferiu estatisticamente somente da cultivar BRA 01381. Para a dose de 120 kg ha⁻¹, a cultivar Best 2000 obteve menor estatura de planta (62,25 cm), diferindo dos demais cultivares (Tabela 2).

Segundo, Lopes et al. (1996), verificaram incremento na estatura das plantas com o aumento das doses de N. Já Mauad et al. (2003), verificaram uma redução na altura de planta, quando a dose de N foi aumentada. Isto mostra que o efeito do N na altura da planta depende de outros fatores como luminosidade, temperatura, umidade e teor de matéria orgânica presente no solo.

Ao avaliar o efeito das doses dentro dos cultivares, foi observado que independente da adubação utilizada, o cultivar Best 2000, não obteve aumento da altura de planta com o incremento da

dose de nitrogênio aplicado em cobertura, talvez por ser um cultivar pouco responsivo à elevadas concentrações de nitrogênio, como observado por (Fidelis et al.; 2011, Kischel et al., 2011).

Para a característica teor de nitrogênio foliar, foi observado que entre os cultivares na dose de 20 kg ha⁻¹ não houve variação do N entre os cultivares analisados, indicando que mesmo em condições de baixa adubação nitrogenada em cobertura os mesmos conseguem ter uma resposta há absorção do nitrogênio, com elevado teor de N acumulado na planta. Ao analisar os cultivares na dose de 120 kg ha⁻¹ houve uma resposta diferenciada entre os ambos, onde somente o cultivar BRA 01381 diferenciou dos demais com um menor conteúdo de NF (3,70 mg g⁻¹). Ao se analisar os cultivares dentro das adubações de cobertura observou-se variação do teor de NF apenas para o cultivar BRSGO Guará, havendo maior incremento do conteúdo de N foliar, na maior dose de N aplicado em cobertura (Tabela 2).

Tabela 2. Altura de plantas – AP (cm), teor de nitrogênio foliar - NF (mg g⁻¹), índice de clorofila falker (ICF) e Massa de cem grãos – M100G (g), em função de doses de nitrogênio e cultivares de arroz, cultivados em vasos com solos oriundos de várzea, da região de Formoso do Araguaia – TO, 2010.

Dose de N/cultivares	Best 2000	BRA 01381	BRS GO Guará	BRS 7 Taim
AP				
20	62,00 bA	75,25 aA	59,75 bB	61,25 bB
120	62,25 bA	68,25 aB	71,00 aA	69,50 aA
NF				
20	4,19 aA	3,95 aA	3,84 aB	4,21 aA
120	4,32 aA	3,70 bA	4,45 aA	4,22 aA
Índice de Clorofila Falker				
20	43,61 aA	41,18 aA	40,08 aB	43,76 aA
120	44,92 aA	38,65 bA	46,24 aA	43,97 aA
M100G				
20	2,02 aA	2,01 aB	2,22 aA	1,96 aA
120	1,88 cA	2,36 aA	2,07 bcA	2,16 abA

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à leitura do índice de clorofila (Tabela 2), o único cultivar que obteve resposta significativa em relação às doses aplicadas de nitrogênio foi BRS GO Guará, com variação no aumento do teor de clorofila de acordo com aumento da dose de 40,08 e 46,24 de ICF, respectivamente para as doses de 20 e 120 kg ha⁻¹ de N. Ao analisar somente as doses de N, em função dos cultivares, observou-se que não houve diferenças significativas entre os cultivares na menor aplicação de N (20 kg ha⁻¹); no entanto, para a maior aplicação de N (120 kg ha⁻¹), os cultivares tiveram comportamento semelhante, com exceção do cultivar BRA 01381, obteve menor resposta de ICF (38,65).

Os valores observados no presente trabalho estão dentro do limite encontrado na literatura (Silva et al., 2008; Pcojeski, 2007; Silva et al., 2007). De acordo com os autores 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 (36 unidades).

Para a massa de 100 grãos, os valores encontrados no presente trabalho, estão de acordo com os padrões técnicos de cada cultivar (Tabela 2), indicando ser uma característica que não sofre muita alteração entre os cultivares, principalmente quando aplicado baixa quantidade de N em

cobertura (20 kg ha⁻¹). No entanto, quando foi aplicado 120 kg ha⁻¹ de N, os cultivares tiveram respostas diferenciadas, sendo o cultivar BRA 01381, o mais responsivo, apesar de não diferir estatisticamente do cultivar BRS 7 Taim. O cultivar Best 2000 obteve menor conteúdo de massa de 100 grãos (1,88g), não diferindo estatisticamente do cultivar BRS GO Guará (2,07g). Ao interpretar os dados da adubação, observando a resposta de cada cultivar, somente o cultivar BRA 01381 obteve incremento para massa de cem grãos, com a elevação da adubação em cobertura de N. Já Hernandez, et al. (2010), e Kischel et al. (2011), não encontraram resposta para o aumento da massa de 100grãos em função de doses de N, em condições de várzea úmida.

A produção de panícula por metro quadrado, independente da adubação de cobertura utilizada, observou-se que o cultivar Best 2000, obteve maior número de panículas por metro quadrado (226,50); o qual difere estatisticamente somente do cultivar BRS 7 Taim (126,78), conforme Tabela 3. Ao comparar as duas doses de nitrogênio em cobertura foi observado que para esta característica a menor adubação de cobertura com N utilizada (20 kg ha⁻¹) obteve maior número panículas. O fato da baixa resposta na dose de 120 kg ha⁻¹ provavelmente, pode ter sido ocasionado pelo elevado consumo de luxo dos cultivares

analisados. O consumo de luxo resulta concentração de N na planta bem acima do nível adequado e influencia negativamente a correlação deste parâmetro com rendimento de grãos. Pelo fato de não ser influenciada pelo consumo de luxo de N, a medição efetuada pelo clorofilômetro é considerada melhor indicadora do nível de N na planta do que o próprio teor deste nutriente (Blackmer e Schepers, 1995).

A aplicação de N em quantidade elevada, além de ter maior perda, pode causar decréscimo na expressão do número de panículas, pelo fato de que altas doses de N estimularem o perfilhamento e a formação de novas folhas, causando um auto sombreamento, condição esta favorável à competição e queda na produtividade (Stone et al., 1999).

Tabela 3. Avaliação de número de panículas por metro quadrado (Pm^2) e produtividade de grãos – Prod. ($kg\ ha^{-1}$) em função dos cultivares de arroz e doses de nitrogênio, cultivados em vasos com solos oriundos de várzea, da região de Formoso do Araguaia – TO, 2010.

Cultivares	Características avaliadas	
	Pm^2	Prod.
Best 2000	226,50 A	5816,80A
BRA 01381	183,17 A	4274,60C
BRSOG Guará	177,85 AB	5069,80B
BRS 7 Taim	126,78 B	2735,00D
Doses de N		
20	197,32 A	4850,80A
120	159,83 B	4097,30B

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade dos cultivares variou significativamente, independentemente das doses de adubações de N, em cobertura (Tabela 3). O cultivar Best 2000 foi que obteve maior produtividade ($5816,80\ kg\ ha^{-1}$), seguido dos cultivares BRSOG Guará ($5069,80\ kg\ ha^{-1}$), BRA 01381 ($4274,60\ kg\ ha^{-1}$) e do cultivar BRS 7 Taim ($2735,00\ kg\ ha^{-1}$), respectivamente; sendo influenciado, provavelmente, pelo maior número de panículas.

Para Buzetti et al. (2006), a dose que proporcionou produtividade máxima foi a de $100\ kg\ de\ N\ ha^{-1}$. Já Hernandez et al. (2010), utilizando diferentes fontes e doses de N, concluíram que a dose que obteve melhor resposta de produção foi $122\ kg\ de\ N\ ha^{-1}$, independente da fonte utilizada.

Ao analisar somente as aplicações de N em cobertura, foi observado que na menor dose ($20\ kg\ ha^{-1}$) a produtividade também foi superior, conforme observado para as características panículas por metro quadrado. Além do comentado anteriormente, pode se inferir que tal resposta pode está associada ao fato de alguns cultivares, terem maiores produtividades em

condições de baixa adubações. Pelos resultados deste trabalho, observou-se que existem diferenças de resposta à aplicação de doses crescentes de nitrogênio entre os genótipos, o que está de acordo com Fageria et al. (2007); Lopes et al (1995); Jiang et al. (2004). A resposta diferencial dos cultivares de arroz às doses de nitrogênio revela que para adubação com esse nutriente deve-se considerar o genótipo (Freitas et al., 2007).

Em trabalho realizado por Fidelis et al. (2011), avaliando a eficiência de respostas de duas doses contrastante ($20\ e\ 120\ kg\ ha^{-1}$ de N) em nove cultivares de arroz, encontrou que os cultivares BRS 7 Taim e BRA 01381, se classificaram como eficiente e não responsivos; confirmando tal efeito de produtividade em baixas doses de aplicação de nitrogênio em cobertura.

De acordo com Silva et al. (2008), o aumento dos valores, referentes às leituras do clorofilômetro, não se refletiu linearmente com a produtividade de grãos. Esse comportamento indica um valor de leitura crítica a partir do qual não há mais incremento na produtividade de grãos. Pode-se destacar também que, embora se tem aumento da

produção de matéria seca e, conseqüentemente, o acúmulo de N pelas plantas, 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 perfilhos por luz e N (Pereira, 1989) bem como a temperatura, também podem influenciar no rendimento de grãos da cultura.

CONCLUSÕES

Os cultivares de arroz são influenciados pelas doses de nitrogênio, para a altura de planta, teor de nitrogênio, clorofila e massa de 100 grãos; O cultivar Best 2000 foi o que obteve maior produtividade.

AGRADECIMENTOS

À UFT pela concessão da bolsa de permanência/pesquisa da primeira autora.

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. Availability of reduced N and carbohydrates for ear development of maize. **Plant Physiology**, v. 68, p.1186-1190, 1981.

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

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento

cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1731-1737, 2006.

CARVALHO, M. A. F.; SILVEIRA, P. M.; SANTOS, A. B. Utilização do clorofilômetro para racionalização da adubação nitrogenada nas culturas do arroz e do feijão. **Comunicado Técnico 205**, 1ª edição, 2012.

COSTA, N. H. de A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.243-249, 2002.

FAGERIA, N. K. Resposta de cultivares de arroz a fertilizante fosfatado em Latossolo Vermelho Escuro do Brasil Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.1, p.63-7, 1991.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; STONE, L. F. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, (Embrapa Arroz e Feijão. **Circular Técnica**, 58), p.4, 2003.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Medidor eletrônico de teor de clorofila ClorofilOG CFL 1030: manual de instruções**. Porto Alegre, 2008. 33 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In... **45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2001. p.255-258.

FIDELIS, R. R.; ROTILI, E. A.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; VAZ DE MELO, A.; DOTTO, M. A. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.4, p.622-626, 2011.

FREITAS, J. G.; CANTARELLA, H.; SALOMON, M. V.; MALAVOLTA, V. M. A.; CASTRO, L. H. S. M.; GALLO, P. B.; AZZINI,

- L. E. Produtividade de cultivares de arroz irrigado resultante da aplicação de doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.66, n.2, p.317-325, 2007.
- HERNANDES, A.; BUZZETTI, S.; ANDREOTTI, M. ARF, O. SÁ, M. E. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciência Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.307-312, 2010.
- JIANG, L. G.; DAI, T. B.; JIANG, D.; CAO, W. K.; GAN, X. Q.; WEI, S. Characterizing physiological N-use efficiency as influenced by nitrogen management in three rice cultivars. **Field Crops Research**, v.88, n.23, p.239-250, 2004.
- KISCHEL, E.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; BRANDÃO, D. R.; CANCELLIER, E. L.; NASCIMENTO, I. R. Efeito do Nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, v. 58, n.1, p. 84-89, 2011.
- LOPES, S.I.G.; LOPES, M.S.; MACEDO, V.R.M. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio nas cultivares IRGA 416 e Colombiano. In: **REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO 21**, 1995. **Anais...** Porto Alegre, RS: IRGA, 1995. p.161-163.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFÓS, 2. Ed., 1997, 319p.
- MAUAD, M.; CRUSCIOL, C.A.C.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J.C. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. **Scientia Agricola**, v.60, p.761-765, 2003.
- PEREIRA, A. R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, v.41, n.1, p.5 -11, 1989.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Esalq, 1985. 467 p.
- POCOJESKI, E. **Estimativa do estado nutricional de arroz irrigado por alagamento**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
- SANTOS, A. B. e RABELO, R. R. Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins. **Embrapa Arroz e Feijão** - Santo Antônio de Goiás, 2008. 136 p.
- 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**, v.23, n.17, p.915-922, 1992.
- SILVA, L. S.; POCOJESKI, E.; GRAUPE, F. A.; PIT, L. L.; BUNDT, A. C.; GUTERRES, A. P. Leitura crítica do clorofilômetro para manejo da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado por alagamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, n.4, p.125-127, 2008.
- SILVA, L. S.; 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**, v.13, n.2, p.189-194, 2007.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A.; YOKOYAMA, L. P. Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.927-932, 1999.
- 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, p.97-117, 2004.
- WATT, B. K. e MERRIL, A. L. **Handbook of the nutrition contents of foods**. New York: Dover Publication, 1975. 190p.

Recebido: 13/01/2013
Received: 01/13/2012

Aprovado: 05/04/2013
Approved: 04/05/2013