

EFICIÊNCIA QUANTO AO USO E RESPOSTA À APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO DE CULTIVARES DE ARROZ EM SOLOS DE TERRAS ALTAS NO SUL DO ESTADO DE TOCANTINS, SAFRA 2007/2008

EFFICIENCY ON USE AND APPLICATION RESPONSE OF NITROGEN IN CULTIVARS OF RICE IN HIGH LAND IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE, HARVEST 2007/2008

Rodrigo Ribeiro FIDELIS¹; Eliane Aparecida ROTILI²; Manoel Mota dos SANTOS¹; Hélio Bandeira BARROS¹; Adelmo Martins RODRIGUES³

1. Professor, Doutor, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Gurupi, To, Brasil. fidelisrr@uft.edu.br 2. Mestre em Produção Vegetal - UFT, Gurupi, To, Brasil; 3. Mestrando em Produção Vegetal - UFT, Gurupi, To, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins. Os tratamentos envolveram seis cultivares comerciais de arroz (BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai e BRS-Primavera), que foram cultivadas em dois ambientes distintos. Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizadas as doses 20 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Através da produtividade de grãos, classificou-se as cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação de nitrogênio. Não foram identificadas cultivares consideradas eficientes e responsivas a aplicação de nitrogênio. As cultivares BRS-Bonança, BRS-Caiapó e BRS-Primavera mostraram-se eficientes e não responsivas à aplicação de nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa*. Baixo insumo. Estresse mineral. Solo de Cerrado.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas e o aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos busca de novas técnicas que possam aumentar a produção. Cultivado e consumido em todos continentes, o arroz se destaca pela produtividade e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social (FAGERIA et al., 1991).

A maior parcela da produção de arroz no Brasil é proveniente do ecossistema de várzea, onde a orizicultura irrigada é responsável por 69% da produção nacional (EMBRAPA, 2009), sendo considerada um estabilizador da safra nacional, uma vez que não é tão dependente das condições climáticas como no caso dos cultivos de sequeiro.

No Tocantins, esta cultura faz-se presente tanto em várzea quanto em terras altas distribuído em todo o Estado. Na safra 2006/2007, a produção de arroz em terras altas foi de 168812 toneladas, em 100361 hectares, ficando com produtividade média de 1682 kg ha⁻¹ (SEAGRO, 2009). O cultivo do arroz de terras altas é distribuído em todo o estado, enquanto o irrigado está concentrado nas regiões Centro-Oeste e, principalmente, Sudoeste,

abrangendo os municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium (EMBRAPA, 2009).

A planta de arroz é bastante exigente em nutrientes, sendo necessário que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade. Depois do potássio, o nitrogênio (N) é o nutriente que a planta de arroz mais acumula. O N é componente da clorofila com expressiva participação no aumento da área foliar da planta, a qual aumenta a eficiência na interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade de grãos (FAGERIA; STONE, 2003).

Na maior parte das áreas onde o arroz é cultivado, o nitrogênio é o principal fator limitante à produtividade, e o custo do fertilizante nitrogenado constitui a maior fração do custo total de produção (DE DATTA et al., 1991). O elevado custo dos adubos nitrogenados, em muitas situações, tem inviabilizado o aumento da produção de pequenos agricultores, principalmente em regiões com algum tipo de limitação para o cultivo. No entanto, especialmente em regiões desenvolvidas, onde maiores quantidades de N são aplicadas nos solos, ocorrem problemas devido ao uso excessivo desse nutriente, principalmente nas áreas da saúde e do meio ambiente, devido ao seu grande potencial poluidor (AHLGREN et al., 2008).

Estudos têm mostrado a existência de diferenças genotípicas na eficiência de absorção de nitrogênio em arroz. Ferraz Júnior et al. (1997) observaram maior eficiência de absorção de N para produção de grãos em cultivares melhoradas, de irrigação ou sequeiro, em relação a um grupo de variedades locais de sequeiro, tradicionalmente cultivadas na região. Cancellier et al. (2011) e Fidelis et al. (2012) avaliaram a eficiência no uso de nitrogênio em solos de terras altas de cultivares de arroz e verificaram existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Fidelis et al. (2011) avaliaram a eficiência no uso de N em cultivares de arroz irrigado verificando ao final do estudo diferenças entre os genótipos quanto a eficiência de absorção do nutriente.

Portanto, o uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas também para aumentar a produtividade da cultura, diminuir o custo de produção e os riscos de poluição ambiental (ARGENTA et al., 2001; FAGERIA et al., 2003; DAWSON et al., 2008; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 1982; ANDRADE et al., 1992; BORRELL et al., 1998; SHARMA; SHARMA, 1999). Plantas com alta eficiência agrônômica no uso do N são desejáveis nas cultivares de arroz usadas na agricultura de baixos insumos. A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio é considerada, atualmente, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura do arroz e aumentar a produtividade de grãos através da maior resposta a esse nutriente. Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais (DAWSON et al., 2008; BROWN; JONES, 1977; FAGERIA; BARBOSA FILHO 1981, 1982).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em terras altas, na fazenda Chaparral, no município de Gurupi, situada a 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste, em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de classe textural arenosa, na safra 2007/2008.

O preparo do solo foi realizado da forma convencional, com duas gradagens sendo uma com grade "pesada" e outra com grade niveladora. A

semeadura foi realizada no dia 13 de dezembro de 2007, manualmente após abertura dos sulcos. A adubação de semeadura foi realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes resultados: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,3$; M.O (%) = 0,2; P(Melich) = 2,4 mg dm^{-3} ; Ca = 0,9 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg = 0,4 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H+Al = 2,9 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e K = 0,06 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Areia 70,9 %; Silte 4,77 % e Argila 24,32 %.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por cinco linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre linhas e semeando-se 60 sementes por metro linear. Como área útil, foram utilizadas as três linhas centrais com 4,0 metros de comprimento, desprezando-se as duas linhas laterais e 0,5 metros das extremidades das três linhas centrais (5,4 m^2 de área útil). Para o estudo foram utilizadas as cultivares: BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai e BRS-Primavera.

O primeiro experimento simulou baixo nível de nitrogênio (20 kg ha^{-1}) e o segundo, alto nível de nitrogênio (120 kg ha^{-1}), aplicado em cobertura na forma de uréia, em duas etapas, sendo metade do adubo aplicado por ocasião do perfilhamento efetivo e a outra metade na fase de diferenciação do primórdio floral. Estas duas doses contrastantes de nitrogênio foram identificadas em experimentos anteriores por Fageria e Stone (2003), para discriminar as cultivares de arroz quanto ao uso de nitrogênio.

Os tratos fitossanitários foram efetuados quando se fizeram necessários e o controle de plantas daninhas realizado mediante capina manual, sempre antes das adubações.

Os dados experimentais foram submetidos a análises individual e conjunta de variância, com aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais. Para as comparações entre as médias de tratamentos, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

Para diferenciação dos cultivares quanto à eficiência agrônômica do nitrogênio, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980) e Fageria e Baligar (1993), que sugerem a classificação dos genótipos quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação de N (eficiência e resposta - ER). Onde a utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em

baixo nível. A resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

$$\alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

onde:

PNN = Produção com nível ideal de nutriente;

PBN = Produção com baixo nível do nutriente, e;

DEN = Diferença entre as doses (kg ha⁻¹).

Foi utilizada uma representação gráfica no plano cartesiano para classificar as cultivares. No eixo das abscissas (y), encontra-se a eficiência na utilização do nitrogênio e no eixo das ordenadas (x), a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média das cultivares. No primeiro quadrante é representado as cultivares eficientes e responsivas (ER); no segundo, as não eficientes e responsivas (NER); no terceiro, as não eficientes e não responsivas (NENR) e no quarto, as eficientes e não responsivas (ENR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho identificou como eficientes no uso de nitrogênio, as cultivares de arroz BRS-Bonança, BRS-Caiapó e BRS-Primavera, pois estas apresentaram as maiores médias de produtividades de grãos, quando cultivadas em ambientes de baixo N, portanto, estão representadas no primeiro e quarto quadrante conforme Figura 1. Conforme Singh et al. (1998) citado por Fageria et al. (2007), o emprego de cultivares eficientes na absorção e utilização de N é uma importante estratégia para aumentar a eficiência de seu uso. Vários trabalhos indicam a existência de variabilidade genética entre cultivares quanto à capacidade de absorção e utilização de nutrientes, inclusive o N (FAGERIA, et al., 2007; FREITAS et al., 2001; REIS et al., 2005; ANDRADE et al., 1992; BROWN; JONES, 1977; THAKUR, 1993). Fageria et al. (2007) avaliaram a produtividade e a eficiência de uso de nitrogênio de doze genótipos de arroz irrigado e concluíram que a eficiência do uso do N varia de acordo com os genótipos.

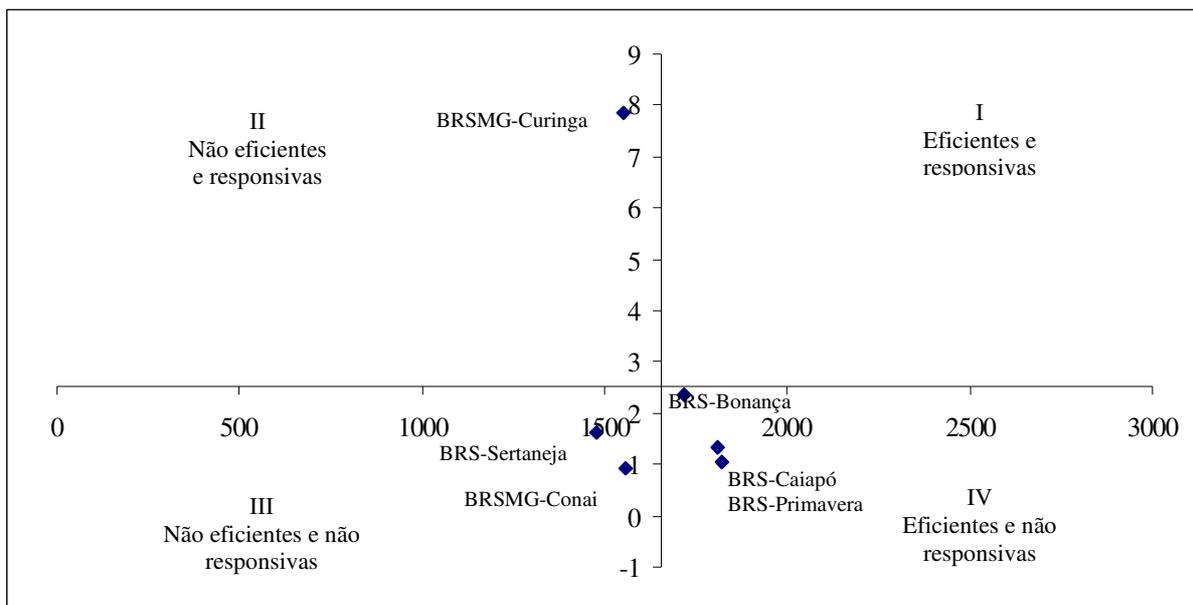


Figura 1. Eficiência no uso e resposta a aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

Quanto à resposta a aplicação de N, observa-se que somente a cultivar RSMG-Curinga foi classificada como responsiva pela metodologia utilizada. Cultivares consideradas responsivas são representadas no primeiro e segundo quadrante da Figura 1. Cultivares que apresentam alto índice de resposta, tornam-se interessantes, pois, respondem ao incremento do nitrogênio quando se promove a melhoria do ambiente. Esta cultivar apresentou valor de índice de resposta acima de 7, ou seja, acresce sete quilogramas de grãos para cada

quilograma de N aplicado (Tabela 1). Freitas et al. (2001) avaliando a resposta de cultivares de arroz irrigado em quatro doses de nitrogênio, constataram diferenças quanto à responsividade dos genótipos. Silva et al. (2007) também avaliaram a resposta de cultivares de arroz irrigado a doses de N e constataram diferentes respostas a aplicação. Freitas et al. (2007) avaliaram a resposta ao nitrogênio de três cultivares de arroz irrigado e constataram que existem diferenças quanto à resposta à aplicação para a característica produção de grãos que variou

entre 9,6 e 16,1 quilogramas de grãos por quilograma de N aplicado.

Tabela 1. Média da característica produtividade de grãos (PG), com baixa e alta dose de N (20 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente) para cultivares de arroz, cultivado em terras altas na região sul do Estado de Tocantins, Gurupi, TO, safra 2007/2008

Cultivares	PG (kg ha ⁻¹)			Diferença de produção	Índice de Resposta
	Baixo N	Alto N	Média		
BRS-Bonança	1718 Aa	1954 Aa	1836	236	2,36
BRS-Caiapó	1811 Aa	1945 Aa	1878	134	1,34
BRS-Sertaneja	1477 Aa	1641 Aa	1559	164	1,64
BRSMG-Curinga	1552 Ab	2337 Aa	1944	785	7,85
BRSMG-Conai	1556 Aa	1648 Aa	1602	92	0,92
BRS-Primavera	1823 Aa	1929 Aa	1876	106	1,06
Média	1656	1909	1782	253	2,53
C.V. (%)				20,53	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo estatístico, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Com base na metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980) não foi possível classificar nenhuma das cultivares avaliadas como eficiente quanto ao uso e responsiva a aplicação de nitrogênio (primeiro quadrante da Figura 1). São escassos trabalhos na literatura com a mesma metodologia envolvendo cultivares de arroz cultivadas em sistema de terras altas consideradas eficientes e responsivas quanto ao uso de nitrogênio. Reis et al. (2005) usando outra metodologia concluíram que os genótipos de arroz irrigado (Cativari e Inca) mostraram-se eficientes e responsivos quanto ao uso de nitrogênio.

A cultivar RSMG-Curinga foi classificada como não eficiente e responsiva (Figura 1), pois foi uma das cultivares que produziu abaixo da média dos genótipos sob ambiente de baixo nível de nitrogênio com uma produção de 1552 kg ha⁻¹, no entanto, quando cultivada em ambiente de alto nível de N, produziu acima da média chegando a uma produção de 2337 kg ha⁻¹, resultando num aumento da produtividade equivalente a 785 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Cultivares do grupo não eficientes e responsivas são indicadas para serem utilizadas pelos produtores que dispõem de um nível tecnológico elevado. Esta produtividade encontra-se acima da média obtida na

safra 2006/2007 no Estado de Tocantins, que foi equivalente a 1682 kg ha⁻¹ (SEAGRO, 2009).

As cultivares BRS-Sertaneja e BRSMG-Conai foram classificadas como não eficientes e não responsivas, pois produziram abaixo da média em ambiente de baixo e alto nível de N. De acordo com a metodologia proposta nesse trabalho, cultivares classificadas como não eficientes e não responsivas não são recomendadas para serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que utilizam baixo nível tecnológico.

No quadrante das eficientes e não responsivas estão as cultivares BRS-Bonança, BRS-Caiapó e BRS-Primavera (Figura 1), as quais produziram acima da média em ambiente com baixo N. E apesar de terem apresentado médias de produtividades de grãos acima da média geral em ambiente de alto N (1909 kg ha⁻¹), tiveram valores de índice de resposta menores que a média geral de índice de resposta (2,53), conforme pode ser visto na Tabela 1. Isto evidencia a falta de resposta à melhoria do ambiente com o incremento do nutriente. Cultivares do grupo eficientes e não responsivas são recomendadas para o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico.

A produtividade média de grãos das cultivares BRS-Caipó, BRS-Bonança e BRS-Primavera obtidas neste estudo foram de 1878 kg ha⁻¹, 1836 kg ha⁻¹ e 1876 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Estas produtividades estão aquém das obtidas por Moura Neto (2002), que avaliando as mesmas cultivares na região de Santa Helena de Goiás, encontrou na safra 1998/1999 a produtividades de 4460 kg ha⁻¹, 3780 kg ha⁻¹ e 2736 kg ha⁻¹, respectivamente.

CONCLUSÕES

Não foram identificadas cultivares consideradas eficientes e responsivas a aplicação de nitrogênio.

As cultivares BRS-Bonança BRS-Caipó e BRS-Primavera mostraram-se eficientes e não responsivas a aplicação de nitrogênio.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Tocantins – UFT, ao CT-INFRA por intermédio do MCT/CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica. A Secretaria de Ciência e Tecnologia – CECT pelo apoio financeiro para execução do projeto. A Fazenda Chaparral pela doação da área para realização dos experimentos. A CAPES pelo apoio financeiro para execução do projeto.

ABSTRACT: This research's objective was to study the efficiency in the usage of nitrogen in rice cultivars on high land in the south of Tocantins State. The experiments involved six commercial cultivars of rice (BRS-Bonança BRS-Caipó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai and BRS-Primavera), which were farmed in two distinct environments. In order to stimulate areas with high and low nitrogen levels, there were used doses of 20 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅ respectively. The experiments were carried out in a completely randomized blocks design, with four replicates. Throughout production the grain's productivity was classified as efficient cultivars in respect to the application and response of nitrogen. Did not identify efficient cultivars in response to the usage of nitrogen. The cultivars BRS-Bonança, BRS-Caipó and BRS-Primavera demonstrated efficiencies in the use of nitrogen and no responsive to its application.

KEYWORDS: *Oryza sativa*. P low input. Mineral stress. Cerrado soil.

REFERÊNCIAS

- ALGREN, S.; BAKY, A.; BERNESSON, S.; NORDBERG, A.; NORÉN, O.; HANSSON, P. A. Ammonium nitrate fertilizer production based on biomass – environmental effects from a live cycle perspective. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8034-8041, 2008.
- ANDRADE, W. E. B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B.; OLIVEIRA, H. de F. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 45, n. 404, p. 14-17, 1992.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. D.; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.
- BORRELL, A. K.; GARSIDE, A. L.; FUKAI, S.; REID, D. J. Season and plant type affect the response of rice yield to nitrogen fertilization in a semi-arid tropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 49, n. 5, p. 179-190, 1998.
- BROWN, J. C.; JONES, W. E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**, Madison v. 69, n. 3, p. 399-404, 1977.
- CANCELLIER, E. L.; BARROS, H. B.; KISCHEL, E.; GONZAGA, L. A. M.; BRANDÃO, D. R.; FIDELIS, R. R. Eficiência agrônômica no uso de nitrogênio mineral por cultivares de arroz de terras altas. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, Recife, v. 6, n. 4, p. 650-656, 2011.

- DE DATTA, S. K.; SAMSON, M. I.; OBCEMEA, W. N.; REAL J. G. Direct measurement of ammonia and denitrification fluxes from urea applied to rice. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 55, n. 2, p. 543-548, 1991.
- DAWSON, J. C.; HUGGINS, D. R.; JONES, S. S. Characterizing nitrogen use efficiency in natural and agricultural ecosystems to improve the performance of cereal crops in low-input and organic agricultural systems. **Field Crops Research**, v. 107, n. 2, p. 89-101, 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/index.htm>>. Acesso em: 23 de mar. 2009.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. **Screening crop genotypes for mineral stresses**. In: Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses. INTSORMIL. Publication, n. 94-2. University of Nebraska, NE, 1993.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação de cultivares de arroz para a maior eficiência de absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 16, n. 6, p. 772-782, 1981.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1709-1712, 1982.
- FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 22p, 1980. Disponível em: <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPAF/1832/1/circ_8.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2009.
- FAGERIA, N. K. ; BALIGAR, V. C. ; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1991. 624p.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; STONE, L. F. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2003. 4p. (Circular Técnica, 58).
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo do nitrogênio. In: FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2003. p. 51-94.
- FAGERIA, N. K. ; SANTOS, A. B. ; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciada pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1029-1034, 2007.
- FERRAZ JUNIOR, A. S. L.; SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Eficiência do uso de nitrogênio para produção de grão e proteína por cultivares de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 435-442, 1997.
- FERREIRA, D. F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).
- FIDELIS, R. R.; RODRIGUES, A. M.; SILVA, G. F.; BARROS, H. B.; PINTO, L. C.; AGUIAR, R. W. S. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 124-128, 2012.
- FIDELIS, R. R.; ROTILI, E. A.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; MELO, A. V.; DOTTO, M. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, 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**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 317-325, 2007.

FREITAS, J. G.; AZZINI, L. E.; CANTARELLA, H.; BASTOS, C. R.; CATRO, L. H. S. M.; GALLO, P. B.; FELÍCIO, J. C. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 573-579, 2001.

MOURA NETO, F. P. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 904-910, 2002.

REIS, M. S.; SOARES, A. A.; SOARES, P. C.; CORNÉLIO, V. M. O. Absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação nitrogenada. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 707-713, 2005.

SEAGRO. Evolução da Produção do Arroz. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado do Tocantins. Disponível em: <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>. Acesso em: 30 abr. 2009.

SHARMA, D. K.; SHARMA, D. R. Sustainable use of poor quality water with proper scheduling of irrigation and nitrogen levels for a rice crop. **Water Science and Technology**, London, v. 40, n. 2, p. 111-114, 1999.

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 Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 189-194, 2007.

THAKUR, R. B. Performance of summer rice to varying levels of nitrogen. **Indian Journal Agronomy**, New Delhi, v. 38, n. 2, p. 187-190, 1993.