

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**EFICIÊNCIA E RESPOSTA QUANTO AO USO DE NITROGÊNIO E
FÓSFORO DE CULTIVARES DE ARROZ EM SOLOS DE VÁRZEA
IRRIGADA E TERRAS ALTAS NO SUL DO ESTADO DE TOCANTINS**

ELIANE APARECIDA ROTILI

**GURUPI
TOCANTINS-BRASIL
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ELIANE APARECIDA ROTILI

**EFICIÊNCIA E RESPOSTA QUANTO AO USO DE NITROGÊNIO E
FÓSFORO DE CULTIVARES DE ARROZ EM SOLOS DE VÁRZEA
IRRIGADA E TERRAS ALTAS NO SUL DO ESTADO DE TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Produção Vegetal da Fundação Universidade Federal do Tocantins em 29 de Julho de 2009, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal - Área de Concentração em Fitotecnia.

**GURUPI
TOCANTINS-BRASIL
2009**

Trabalho realizado junto ao Programa de Mestrado em Produção Vegetal da Fundação Universidade Federal do Tocantins, sob a orientação do Prof^o Dsc Rodrigo Ribeiro Fidelis, com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Banca examinadora:

Prof^o Dsc Rodrigo Ribeiro Fidelis

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Orientador)

Prof^o Dsc Hélio Bandeira Barros

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Avaliador)

Prof^o Dr Gil Rodrigues dos Santos

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Avaliador)

Prof^o Dsc Manoel Mota dos Santos

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Avaliador)

A Deus,

Aos meus pais Carlos e Leonor, meus irmãos João Carlos e Adriana por terem sempre acreditado nos meus objetivos. Sem o apoio e o carinho de vocês eu não estaria aqui.

Ao meu esposo Wagner por me dar incentivo e atenção nas horas mais difíceis.

Ao meu orientador Rodrigo Ribeiro Fidelis cujas qualidades profissionais e humanas, serão eternamente fonte de inspiração.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Fundação Universidade Federal do Tocantins, em especial ao Campus Universitário de Gurupi, pela oportunidade de realização deste Curso.

Aos proprietários das Fazendas Chaparral e Pouso Alto pela doação das áreas para realização dos experimentos nas pessoas de Adesilton e Rafael, respectivamente.

Ao meu orientador professor Rodrigo Ribeiro Fidelis por sua amizade, companheirismo, confiança e a forma honesta de orientar sempre pautado na coerência e ética, pelo apoio e incentivo na execução do projeto proposto, sempre disposto a colaborar com seus ensinamentos, sem o qual este trabalho não seria realizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor e amigo Manoel Mota dos Santos pela ajuda, sugestões recebidas na execução dos experimentos, amizade, além de seu companheirismo em todos os momentos.

Aos colegas do “Grupo de Pesquisa do Arroz da UFT”: Eduardo Cancelier, Elisângela Kischel, Dariane Maciel, Diogo Brandão, Gabriela Figueiredo, Leila Tonello e Geane Silva pelo auxílio na condução dos experimentos, troca de experiência e amizade.

Aos professores da banca examinadora pela participação e sugestões.

A todos os professores do programa, pelos ensinamentos e amizade.

Aos colegas e amigos de curso Eliane Iara, Helizângela, Iane, Tarliane, Fernando, Wagner, Manoel, Stefane e Tomas, pelo aprendizado e prazeroso convívio.

A toda minha família que sempre me apoiaram e torceram para que eu tivesse sucesso.

A todas as pessoas que me incentivaram e auxiliaram para a realização deste trabalho, principalmente a Deus que me deu força para não desistir.

OBRIGADA A TODOS!

SUMÁRIO

RESUMO DA DISSERTAÇÃO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	4
CAPÍTULO I. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins, safra 2007/2008.....	8
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÃO.....	16
AGRADECIMENTOS.....	16
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO II. 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.....	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÕES.....	28
AGRADECIMENTOS.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO III. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos irrigados no sul do Estado de Tocantins, safra 2008/2009.....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÃO.....	43
AGRADECIMENTOS.....	44
REFERÊNCIAS.....	44
CAPÍTULO IV. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de irrigados no sul do Estado de Tocantins, safra 2008/2009.....	50
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
INTRODUÇÃO.....	51

MATERIAL E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÕES.....	59
AGRADECIMENTOS.....	59
REFERÊNCIAS.....	59
CAPÍTULO V. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins, safra 2008/2009.....	64
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	65
INTRODUÇÃO.....	66
MATERIAL E MÉTODOS.....	67
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
CONCLUSÕES.....	71
AGRADECIMENTOS.....	72
REFERÊNCIAS.....	72
CAPÍTULO VI. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de genótipos de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins, safra 2008/2009.....	77
RESUMO.....	77
ABSTRACT.....	78
INTRODUÇÃO.....	79
MATERIAL E MÉTODOS.....	81
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
CONCLUSÕES.....	87
AGRADECIMENTOS.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

RESUMO DA DISSERTAÇÃO

ROTILI, Eliane Aparecida, Fundação Universidade Federal do Tocantins **Eficiência e resposta quanto ao uso de Nitrogênio e Fósforo de cultivares de arroz em solos de várzea irrigada e terras altas no sul do Estado de Tocantins.** Orientador: Rodrigo Ribeiro Fidelis. Avaliadores: Hélio Bandeira Barros, Gil Rodrigues dos Santos e Manoel Mota dos Santos.

O arroz é uma cultura bastante exigente em nutrientes, sendo necessário que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade. Estudos têm mostrado existência de diferenças genotípicas na eficiência de absorção de nitrogênio e fósforo em arroz. A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio e fósforo é considerada, 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 esses nutrientes. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de fósforo e nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul e várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins. O experimento foi realizado em dois locais, sendo um em solos de várzea irrigada, localizado na região sudoeste do Estado de Tocantins município de Lagoa da Confusão e o outro em terras altas, localizado na região sul do Estado de Tocantins município de Gurupi, nas safras 2007/2008 e 2008/2009. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Para realizar as análises estatísticas, foi utilizado o Programa SISVAR e para a diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), que sugerem a classificação dos cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do nitrogênio e fósforo. A metodologia utilizada identificou cultivares eficientes quanto ao uso de nitrogênio e responsivas a sua aplicação no sistema de terras altas,

safra 2008/2009. A metodologia utilizada identificou cultivares eficiente quanto ao uso de fósforo e responsivas a sua aplicação no sistema de terras altas e em várzea irrigada, safra 2007/2008.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, genótipos, estresse abiótico, estresse mineral.

ABSTRACT

ROTILI, Eliane Aparecida, Fundação Universidade Federal do Tocantins. **Efficiency and response as for the use of Nitrogen and Phosphorus in rice cultivars on irrigated land and high land in the south of Tocantins State.** Advisor: Rodrigo Ribeiro Fidelis. Appraisers: Hélio Bandeira Barros, Gil Rodrigues dos Santos e Manoel Mota dos Santos.

The rice is a quite demanding culture in nutrients, being necessary that they are quickly available in the moments of demand, for not limiting the productivity. Studies have been showing existence of differences genotypes in the efficiency of absorption of nitrogen and phosphorus in rice. The selection of genotypes with larger efficiency in the use of nitrogen and phosphorus is considered, one in the most appropriate ways to reduce the cost of production of the culture of the rice and to increase the productivity of grains through the largest answer the those nutritious ones. In that way, this research's objective was to study the efficiency in the usage of phosphorus and nitrogen in rice cultivars on high land in the south and irrigated land in the southwest of Tocantins State. The experiment was accomplished at two places, being one in soils of irrigated meadow, located in the southwest area of the Tocantins, State, district of Lagoa da Confusão, harvest of 2008/2009 and the other in high lands, located in the south area of the Tocantins, State district of Gurupi, harvest of 2007/2008 and 2008/2009. The experiments were carried out in a completely randomized blocks design, with four replicates. To accomplish the statistical analyses, the Programs SISVAR was used and for the differentiation of the cultivate the methodology was used proposed by Fageria and Kluthcouski (1980), that suggest the classification of the cultivate as for the efficiency in the use and response the application of the nitrogen and phosphorus .The used methodology identified cultivate efficient as for the nitrogen

use and responsive application in the system of lands high, harvest 2008/2009. The used methodology identified cultivate efficient as for the phosphorus use and responsive application in the system of lands high and in irrigated meadow, harvest 2007/2008.

Key words: *Oryza sativa*, genotypes, abiotic stress, mineral stress.

INTRODUÇÃO GERAL

Há milhares de anos o arroz (*Oryza sativa* L.) é o alimento básico de mais da metade da população do mundo. Este cereal contribui com aproximadamente 20% e 15% do consumo mundial de energia e de proteína, respectivamente (KENNDY & BURLIGAME, 2003). Os países em desenvolvimento têm no arroz uma importante cultura sob o ponto de vista social e econômico, pois este é considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, extremamente versátil, que se adapta a diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie de maior potencial de aumento de produção para o controle da fome no mundo (AZAMBUJA et al., 2004).

O arroz é cultivado e consumido em todos os continentes, grande parte de sua produção é consumida nos países onde é produzido, sendo 4% a 5% do total comercializado entre países. O aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos a busca de novas técnicas que possam aumentar a produção. No Brasil, encontra-se amplamente difundida em praticamente todos os Estados da Federação, contudo, é no Rio Grande do Sul e Santa Catarina que a cultura aparece em grandes extensões, ocupando área superior a um milhão de hectares, e também onde se obtêm as maiores produtividades de grãos, quando comparadas às demais regiões produtoras do cereal do País (CONAB, 2009).

A maior parcela da produção de arroz no Brasil é proveniente do ecossistema várzea, onde a orizicultura irrigada é responsável por 69% da produção nacional, 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 Brasil, há 33 milhões de hectares de várzeas, com topografia e disponibilidade de água propícias à produção de alimentos, entretanto, apenas 3,7% dessa área são utilizados para a orizicultura. (EMBRAPA, 2009). No Tocantins a cultura do arroz faz-se

presente em todas as regiões. O cultivo em várzea irrigada 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). Na safra 2007/2008, a produção de arroz irrigado foi de 235,576 toneladas, em 53,9 mil hectares, ficando com produtividade média de 4.371 kg ha⁻¹ (SEAGRO, 2009).

O Brasil é o país que apresenta a maior área cultivada com arroz de terras altas e a maior parte dessa área está concentrada no cerrado. Nessa região, o arroz, muitas vezes, é cultivado sob condição de sequeiro, em solos ácidos, pobres em nutrientes, com baixa capacidade de retenção de água e em regiões onde existe irregularidade na distribuição das precipitações pluviais, (CRUSCIOL et al., 2006). A pesar de representar 65% da área cultivada, o arroz de terras altas responde por apenas 39% da produção nacional (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006; STONE et al., 2001). O arroz de terras altas foi aos poucos perdendo espaço para o arroz irrigado das várzeas, e teve redução drástica na área de plantio (SOARES et al., 2004). Para reverter o processo, a alternativa era melhorar a qualidade de grãos do arroz de terras altas. Para tanto, os programas de melhoramento de arroz de terras altas, desenvolvidos no país, dedicaram grandes esforços nessa linha de pesquisa e, aos poucos, foram colocando à disposição do mercado novas cultivares com grãos de melhor qualidade física e química (SOARES et al., 2008).

A quantidade de cultivares de arroz de terras altas disponíveis no mercado tem sido considerada muito pequena, gerando poucas opções para os agricultores e aumentando o grau de risco, em consequência de amplas e contínuas áreas com uma única cultivar. Além disso, ainda são escassas as informações sobre o comportamento das cultivares lançadas recentemente, em cada região de cultivo (SILVA et al., 2009).

Tem se intensificado a busca de novas tecnologias, que possibilitam a obtenção de cultivares de arroz adaptados a condições nutricionais adversas, sendo esta a maneira mais

econômica de reduzir os custos de produção dessa cultura, especialmente nas condições de cerrado (CLARK & DUNCAN, 1991; FAGERIA, 1992). Segundo Freitas et al. (2001), dentro de uma mesma espécie, as diferentes cultivares podem ter exigências nutricionais diferenciadas. Os melhores critérios para avaliar cultivares mais eficientes na absorção e utilização do nutriente têm sido aqueles que utilizam o crescimento e desenvolvimento das plantas em condições de baixo nível do nutriente, verificando se a resposta ao nutriente é devida ao mecanismo de absorção e/ou de utilização do nutriente para produção de matéria seca (FLEMING, 1983 citado por FURLANI et al., 1985).

A eficiência nutricional expressa a relação entre a produção obtida de insumos aplicados, ou seja, a quantidade de matéria seca ou grãos produzidos por unidade de nutriente aplicado. De acordo com Graham (1984), esta eficiência pode ser definida como a produção relativa de um genótipo em solo deficiente em comparação com sua produção em nível ótimo de nutrientes. Cooke (1987) define a eficiência nutricional como o aumento de produtividade por unidade de nutriente aplicado. Israel & Rufty Júnior (1988) afirmam que eficiência nutricional é a relação entre a biomassa total e a quantidade de nutriente absorvido. A otimização da eficiência nutricional é de grande importância na produção das culturas anuais, devido ao custo dos fertilizantes, imprescindíveis para o aumento da produtividade (FAGERIA 1984, 1989, 1992, LOPES & GUILHERME, 1989).

Dentre os macronutrientes primários, o fósforo (P) é o de menor exigência para a cultura do arroz, porém é o de maior exportação percentual no produto colhido (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006) e o mais deficiente na maioria dos solos brasileiros, devido ao baixo teor natural e a alta capacidade de fixação. Sua deficiência pode afetar a planta provocando redução no crescimento, no perfilhamento, no sistema radicular e, conseqüentemente na produtividade (FAGERIA, 1999).

O nitrogênio é um macronutriente essencial para as plantas, pois faz parte da molécula das clorofilas, dos citocromos e de todas as enzimas e coenzimas. Além disso, esse nutriente desempenha papel importante na formação dos órgãos reprodutivos e dos grãos de arroz (BARBOSA FILHO, 1987). É também constituinte das proteínas e dos ácidos nucléicos responsáveis pela transferência de informação genética (ARIMA, 1995). Segundo Murayama (1979), a massa seca da planta inteira de arroz contém de 1,5% a 2,5% de nitrogênio no estágio de início de formação da panícula (primórdio floral).

Depois do carbono, hidrogênio e oxigênio, o nitrogênio é o elemento encontrado em maior quantidade nas plantas (ARIMA, 1995). Em consequência disto, os adubos nitrogenados são os mais consumidos em nível mundial, superando as quantidades utilizadas de fósforo e de potássio (RAIJ, 1991). Devido à sua importância e à sua rápida transformação no solo, o nitrogênio tem sido estudado intensamente com o propósito de maximizar a eficiência de seu uso. Para tanto, tem-se buscado redução de perdas de nitrogênio no solo e melhoria da sua absorção e assimilação pelas plantas (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Em função do exposto, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de fósforo e nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul e várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins.

REFERÊNCIAS

ARIMA, Y. Uptake and accumulation of nitrogen. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.M.; HIRATA, H. (Eds.) **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, Physiology. v.2. p.327–343. 1995.

AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI Jr., F.J.; MAGALHÃES Jr., A.M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES Jr., A.M. de (Eds técnicos). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 899p.

BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e inundado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p. (Boletim técnico, 9).

BREDEMEIER C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

CLARK, R.B.; DUNCAN, R.R. Improvement of plant mineral nutrition through breeding. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.27, p.219-240, 1991.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; ARF, O.; MATEUS, G.P. Yield of upland rice cultivars in rainfed and sprinklerirrigated systems in the Cerrado region of Brazil. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.46, n.9, p.1515-1520, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Arroz Brasil**. Série histórica de: área, produtividade e produção. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 30 de abr. de 2009.

COOKE, G.W. Maximizing fertilizer efficiency by overcoming constraints to crop growth. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, p.1357-1369, 1987.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Embrapa Arroz e Feijão. **Sistemas de Produção**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/index.htm>>. Acesso em 23 de mar. 2009.

FAGERIA, N.K. Adubação e calagem. In: VIERIA, N.R.A.; SANTOS, A.B.; SANT´ANA, E.P. (Ed). **A cultura do arroz no Brasil**, Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, p.329-353, 1999.

FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus/EMBRAPACNPAF, 1984. 341p.

FAGERIA, N.K. **Maximizing crop yields**. New York: Marcel Dekker, 1992. 274p.

FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-CNPAF, 1989. 425p.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589p.

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

FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; LIMA, M. Eficiência de linhagens de milho na absorção e utilização de fósforo em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.129-147, 1985.

GRAHAM, R.D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: TINKER, P.B.; LAUCHI, A. **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger, 1984. p.57-102.

ISRAEL, D.W.; RUFTY JUNIOR, T.W. Influence of phosphorus nutrition on phosphorus and nitrogen utilization efficiencies and associated physiological response in soybean. **Crop Science**, Madison, v.28, p.954-960, 1988.

KENNDY, G.; BURLIGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, Barking, v.80, n.4, p.589-596, apr. 2003.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Uso eficiente de fertilizantes. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.1-58.

MURAYAMA, N. The importance of nitrogen for rice production. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Nitrogen and rice**. Los Banos: IRRI, 1979. p.5-23.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991.343p.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS (SEAGRO). **Evolução da Produção do Arroz**. Acesso em 30 abr. 2009. Disponível em: <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>.

SILVA, E.A. da; SORATTO, R.P.; ADRIANO, E.; BISCARO, G.A. Avaliação de cultivares de arroz de terras altas sob condições de sequeiro em Cassilândia, MS. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 298-304, jan./fev. 2009.

SOARES, A.A.; REIS, M. de S.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOARES P.C.; COSTA JÚNIOR, G.T.; GUEDES, J.M.; LEITE, N.A.; SOUZA, M.A. de; DIAS, F.P. BRSMG Caravera: cultivar de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.937-940, jul. 2008.

SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CASTRO, E. da M.; RANGEL, P.H.N.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOUZA, M.A. de. Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.25, p.25-34, 2004.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; RABELO, R.R.; BIAVA, M. **Arroz: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão: Embrapa informação tecnológica, 2001, 232p.

CAPÍTULO I

Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins, safra 2007/2008

Rodrigo Ribeiro Fidelis⁽¹⁾, Eliane Aparecida Rotili⁽¹⁾, Manoel Mota dos Santos⁽¹⁾, Hélio Bandeira Barros⁽¹⁾, Leandro Cardoso Pinto⁽¹⁾ e Glauber Lacerda de Carvalho⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, Rua Badejós, Chácara 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx. Postal. 66, CEP: 77402-970 Gurupi, TO. E-mail: fidelisrr@uft.edu.br, elianerotili@yahoo.com.br, santosmm@uft.edu.br, barroshb@uft.edu.br, leandrouft@terra.com.br, glauber.lc@hotmail.com.

Resumo – Objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de fósforo 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 fósforo, foram utilizadas as doses 20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Através da produtividade de grãos, classificou-se as cultivares quanto á eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo. A cultivar BRS-Bonança mostrou-se mais eficiente quanto ao uso de fósforo e responsiva a sua aplicação.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, genótipos, estresse mineral.

24 **Efficiency on use and application response of phosphorus in cultivars of rice in high land in**
25 **the south of Tocantins State, harvest 2007/2008**

26
27 **Abstract-**This research's objective was to study the efficiency in the usage of phosphorus in rice
28 cultivars on high land in the south of Tocantins State. The experiments involved six commercial
29 cultivars of rice (BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai
30 and BRS-Primavera), which were farmed in two distinct environments. In order to stimulate
31 areas with high and low phosphorus levels, there were used doses of 20 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅
32 respectively. The experiments were carried out in a completely randomized blocks design, with
33 four replicates. Throughout production the grain's productivity was classified as efficient
34 cultivars in respect to the application and response of phosphorus. The cultivar BRS-Bonança
35 demonstrated efficient in response to the usage of phosphorus.

36 **Index terms:** *Oryza sativa*, genotypes, mineral stress.

37

38 **Introdução**

39 O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica em
40 muitos países em desenvolvimento (constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de
41 pessoas) e o aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos busca de novas
42 técnicas que possam aumentar a produção. Cultivado e consumido em todos continentes, o arroz
43 se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível
44 econômico quanto social (Fageria et al., 1997).

45 No Brasil, o arroz é produzido nos ecossistemas de várzea (34%) e de terras altas (60%)
46 sob diversos sistemas de cultivo. O de terras altas apesar de ocupar 64% da área cultivada,
47 responde por apenas 39% da produção nacional, em razão da baixa produtividade média (Stone et

48 al., 2001). No Tocantins, esta cultura faz-se presente tanto em várzea quanto em terras altas
49 distribuído em todo o Estado. Na safra 2006/2007, a produção de arroz em terras altas foi de
50 168812 toneladas, em 100361 hectares, alcançando produtividade média de 1682 kg ha⁻¹ (Seagro,
51 2009).

52 As limitações na disponibilidade de fósforo (P) no início do ciclo vegetativo podem
53 resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente,
54 mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é, pois,
55 essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (Tanguilig et al., 1987).

56 A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de P é considerada uma das
57 maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura do arroz (Fageria &
58 Barbosa Filho, 1982; Luca, 2002). Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram
59 exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais,
60 segundo (Fageria & Barbosa Filho, 1981).

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

63

64

Material e Métodos

65 Os experimentos (baixo e alto fósforo) foram realizados em terras altas, na fazenda
66 Chaparral, no município de Gurupi, situada a 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste,
67 em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de classe textural arenosa, na safra
68 2007/2008.

69 O preparo do solo foi realizado da forma convencional, com duas gradagens sendo uma
70 com grade “pesada” e outra com grade niveladora. A semeadura foi realizada no dia 13 de
71 dezembro de 2007, manualmente após abertura dos sulcos. A adubação de semeadura foi

72 realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A
73 análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes
74 resultados: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,3$; M.O(%) = 0,2; P(Melich) = $2,4\text{mg}/\text{dm}^3$; Ca = $0,9\text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; Mg
75 = $0,4\text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; H+Al = $2,9\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e K = $0,06\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

76 O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições.
77 Cada unidade experimental foi constituída por cinco linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas
78 de 0,45 m e semeando-se 60 sementes por metro linear. Como área útil, foram utilizadas as três
79 linhas centrais com 4,0 metros de comprimento, desprezando-se as duas linhas laterais e 0,5
80 metros das extremidades das três linhas centrais ($5,4\text{ m}^2$ de área útil). Para o estudo foram
81 utilizadas seis cultivares de arroz recomendadas para o estado do Tocantins: BRS-Bonança, BRS-
82 Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai e BRS-Primavera

83 Para simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram utilizadas as doses 20 e
84 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 no plantio, descontado o P do solo detectado na análise química, em
85 ambientes distintos. Conforme Fageria (1991), estas duas doses contrastantes de fósforo foram
86 identificadas em experimentos anteriores, para discriminar as cultivares de arroz quanto ao uso de
87 P. O potássio foi aplicado em plantio na dosagem de 60 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de
88 potássio. A adubação de cobertura foi realizada em duas etapas, ambas com 45 kg ha^{-1} de N
89 aplicada por ocasião do perfilhamento efetivo e diferenciação do primórdio floral.

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

92 Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000). A variável
93 produtividade de grãos foi submetida à análise de variância com aplicação do teste F e para testar
94 a significância dos tratamentos utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

95 Para diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por Fageria &
96 Kluthcouski (1980) e Fageria & Baligar (1993), que sugerem a classificação das cultivares
97 quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo (eficiência e resposta - ER). Onde a
98 utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em baixo nível. A
99 resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois
100 níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

$$101 \quad \alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

102 onde:

103 **PNN** = Produção com nível ideal de nutriente;

104 **PBN** = Produção com baixo nível do nutriente, e;

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

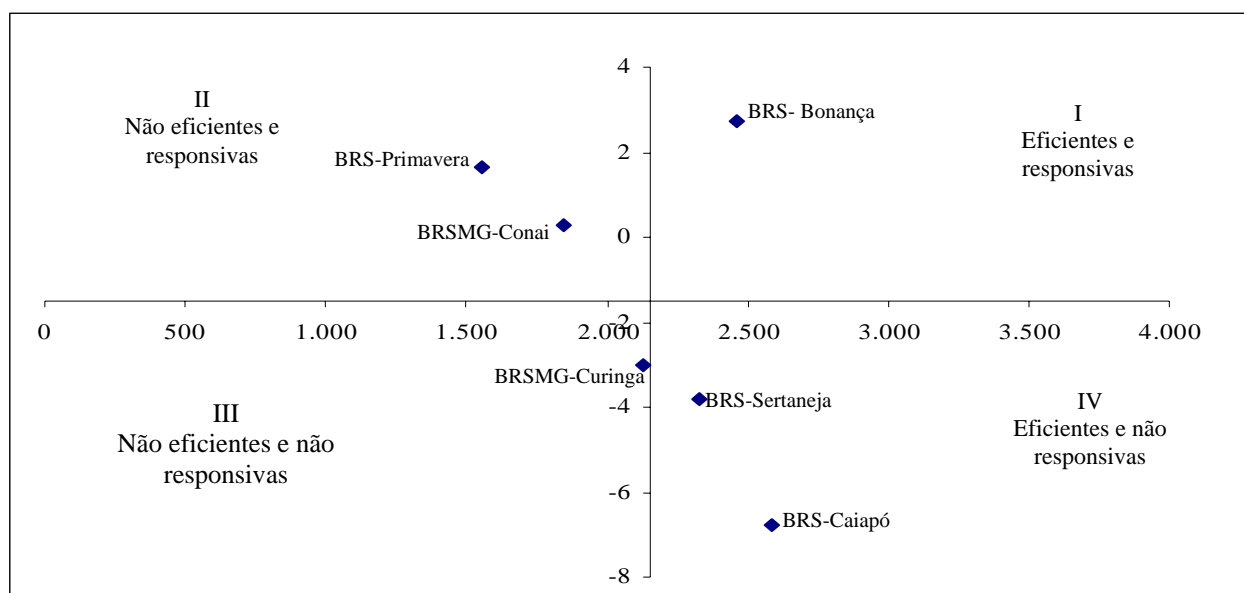
106 Foi utilizada uma representação gráfica no plano cartesiano para classificar as cultivares.
107 No eixo das abscissas (y), encontra-se a eficiência na utilização do fósforo e no eixo das
108 ordenadas (x), a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a
109 resposta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

112

113 **Resultados e Discussão**

114 O presente trabalho identificou como eficiente no uso de fósforo, as cultivares BRS-
115 Bonança, BRS-Sertaneja e BRS-Caiapó, pois estas apresentaram as maiores médias de
116 produtividades de grãos quando cultivadas em ambientes de baixo P, portanto, estão
117 representadas no primeiro e quarto quadrante da Figura 1. A eficiência dessas cultivares, em
118 relação as demais, na absorção e utilização de P na produção de grãos, permite inferir que os

119 processos associados a absorção, translocação, assimilação e redistribuição de P são mais
120 eficientes do que nas demais cultivares. Segundo Clark & Brown (1974) citado por Matias
121 (2006), plantas eficientes na absorção de P, são aquelas que acumulam maiores quantidades do
122 elemento quando cultivado em baixo nível de P.



123
124 **Figura 1.** Eficiência no uso e resposta a aplicação de fósforo em cultivares de arroz, pela
125 metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980).

126 Quanto à resposta a aplicação de P, os maiores índices foram obtidos pelas cultivares BRS-
127 Bonança, BRS-Primavera e BRSMG-Conai e estão representadas no primeiro e segundo
128 quadrante da Figura 1. Destes, somente a cultivar BRS-Bonança apresentou valor de índice de
129 resposta acima de 2 ou seja, acresce dois quilogramas de grãos para cada quilograma de P
130 aplicado (Tabela 1).

131 Desta forma, apenas a cultivar BRS-Bonança (moderna) foi considerada eficiente quanto
132 ao uso e responsiva a aplicação de fósforo. Sendo, portanto, recomendada para cultivo em
133 propriedades que adotam desde baixo, médio a alto nível tecnológico (insumos), pois além de
134 produzir razoavelmente bem em ambientes desfavorável (baixo P), respondem à melhoria do

135 ambiente, com o incremento de adubação (alto P) resultando num aumento na produção
136 equivalente a 271 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Esta cultivar apresentou produtividade média tanto em
137 ambiente de baixo quanto em ambiente de alto P acima da média de produtividade do estado do
138 Tocantins na safra 2006/2007, que foi de 1682 kg ha⁻¹ (Seagro, 2009).

139 Porém, estes dados discordam com os de Matias (2006) que avaliou em casa de vegetação
140 a eficiência de absorção e utilização de P em cultivares de arroz de terras altas, tradicionais e
141 modernas e classificou a cultivar BRS-Bonança como não eficiente quanto ao uso e responsiva a
142 aplicação de fósforo.

143 As cultivares BRS-Primavera e BRSMG-Conai foram consideradas como não eficientes e
144 responsivas, pois produziram abaixo da média dos genótipos sob ambiente de baixo nível de
145 fósforo, porém tiveram valores de índice de resposta acima da média geral de índice de resposta
146 (-1,49), resultando num aumento da produtividade equivalente a 165 e 28 kg ha⁻¹,
147 respectivamente (Tabela 1). Cultivares do grupo não eficientes e responsivas são as mais
148 indicadas aos produtores que dispõem de um nível tecnológico elevado. Esses resultados
149 corroboram com os de Matias (2006), que também classificou a cultivar BRS-Primavera como
150 não eficientes e responsivas.

151 A cultivar BRSMG-Curinga foi classificada como não eficiente e não responsiva, pois
152 produziu abaixo da média em ambiente de baixo e alto nível de P. De acordo com a metodologia
153 utilizada, cultivares classificadas como não eficiente e não responsiva não são recomendadas para
154 serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que utilizam baixo nível
155 tecnológico. Esses resultados discordam dos encontrados por Matias (2006), que classificou esta
156 cultivar em seu estudo como eficientes e responsivas.

157 No quadrante das eficientes e não responsivas estão as cultivares BRS-Sertaneja e BRS-
158 Caiapó, as quais produziram acima da média em ambiente com baixo P e abaixo da média em

159 ambientes de alto P. O que evidencia a falta de resposta à melhoria do ambiente com o
160 incremento do nutriente. Cultivares do grupo eficientes e não responsivas são recomendadas para
161 o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico. Esses resultados assemelham-se
162 aos de Matias (2006), que também classificou a cultivar BRS-Caiapó, em seu estudo como
163 eficientes e não responsivas.

164 Das cultivares avaliadas, a BRS-Caiapó é a única considerada tradicional ou não
165 melhorada, pertencendo as demais ao grupo de cultivares melhoradas ou modernas. Isso pode ser
166 evidenciado analisando a Tabela 1, mais especificamente o ambiente de baixo P. Verifica-se que
167 a cultivar BRS-Caiapó obteve maior valor de produtividade de grãos quando comparado com os
168 demais genótipos, evidenciando melhor adaptação devido a uma provável rusticidade. Resultados
169 semelhantes foram também obtidos por Crusciol et al. (2005), que observaram nas cultivares
170 Carajás e IAC 201 classificadas como tradicionais maior habilidade, em relação às cultivares do
171 grupo moderno em se desenvolverem na ausência de adubação fosfatada. De acordo com Tiffney
172 & Niklas (1985), esse comportamento está associado à maior adaptação às condições adversas
173 que as cultivares do grupo tradicional possuem em relação ao grupo moderno; assim como, a
174 capacidade do sistema radicular em alterar sua configuração geométrica, de forma a melhor
175 explorar o solo em busca de nutrientes ou de adquirir os recursos necessários de maneira mais
176 eficiente. Fageria et al. (1988) e Fageria & Barbosa Filho (1982) citado por Sant'Ana et al.
177 (2003), relataram que cultivares tradicionais são materiais mais adaptados às condições adversas
178 dos solos de cerrados e tem mostrado serem eficientes na extração do P em solos pobres desse
179 nutriente.

180 As cultivares modernas avaliadas nesse estudo apresentaram baixas médias de
181 produtividade, pois não responderam ao acréscimo de P, discordando com Fageria et al. (1995),
182 que afirmam que cultivares do grupo moderno necessitam de níveis mais elevados de fósforo

183 para atingirem a máxima produtividade, pois, quando ocorre o fornecimento de fósforo há um
184 maior acúmulo de matéria seca pela planta, evidenciando maior exigência e responsividade à
185 melhoria da fertilidade do solo em relação as cultivares do grupo intermediário e tradicional.

186 As médias de produtividade de grãos das cultivares em ambientes de baixo e alto P foram
187 de 2151 kg ha⁻¹ e 2002 kg ha⁻¹ respectivamente, superiores as obtidas por Guimarães et al. (2007)
188 que avaliando a campo 51 linhagens de arroz em condições de baixo e alto P e obtiveram
189 produtividade média de 1619 kg ha⁻¹ no tratamento com alto e 478 kg ha⁻¹ no tratamento de baixo
190 P. Crusciol et al. (1999) citado por Crusciol et al. (2003), relataram em seu estudo que as
191 diferenças observadas na literatura quanto à absorção e utilização de nutrientes estão relacionadas
192 às diferenças existentes entre as cultivares utilizadas.

193

194

Conclusão

195 A cultivar BRS-Bonança mostrou-se eficiente quanto ao uso de fósforo e responsiva a sua
196 aplicação.

197

198

Agradecimentos

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

203

204

Referências

205 CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, R.A.F.
206 Absorção, exportação e eficiência de utilização de nutrientes pela cultura do arroz de terras altas

207 em função de lâmina de água aplicadas por aspersão. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.25, p.97-
208 102, 2003.

209 CRUSCIOL, C.A.C.; MAUAD, M.; CASSIA, R.; ALVAREZ, F.; LIMA, E.V.; TIRITAN, C.S.
210 Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, v.64,
211 p.643-649, 2005.

212 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz em função de sua
213 tolerância ao baixo nível de fósforo disponível do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
214 v.6, p.146-151, 1982.

215 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In:
216 **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. INTSORMIL.
217 Publication n. 94-2. University of Nebraska, NE, 1993.

218 FAGERIA, N.K.; SANT'ANA, E.P.; MORAES, O.P. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro
219 favorecido à fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.1155-1161, 1995.

220 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field**
221 **crops**. New York: Marcel Dekker, 1997. 2. ed. 624 p.

222 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior
223 eficiência na absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, p.777-782, 1981.

224 FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz a fertilizante fosfatado em Latossolo Vermelho
225 Escuro do Brasil Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.63-67, 1991.

226 FAGERIA, N.D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e**
227 **feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1980. 22 p.

228 FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.
229 (SISVAR 4.1. pacote computacional).

230 GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; NEVES, P.C.F. Resposta de arroz de terras altas ao estresse
231 de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.578-584,
232 2007.

233 LUCA, E.F.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; CHITOLINA, J.C. Eficiência de absorção de
234 fósforo (P) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia Agrícola**, v.59, p.543-547, 2002.

235 MATIAS, G.C.S. **Eficiência nutricional de fontes de fósforo com solubilidade variável em**
236 **água em cultivares de arroz (*Oryza sativa L.*)**. 2006. 93p. Dissertação (Mestrado em Solos e
237 Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

238 SANT'ANA, E.P.; SANT'ANA, E.V.P.; FAGERIA, N.K.; FREIRE, A.B. Utilização de fósforo e
239 características do sistema radicular e da parte aérea da planta de arroz. **Ciência e**
240 **Agrotecnologia**, v.27, p.370-381, 2003.

241 SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO
242 TOCANTINS (SEAGRO). **Evolução da Produção do Arroz**. Disponível em:
243 <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>. Acesso em: 30 abr. 2009.

244 STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; RABELO, R.R.; BIAVA, M. **Arroz: O produtor pergunta,**
245 **a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão: Embrapa informação tecnológica,
246 2001. 232p.

247 TANGUILIG, V.C.; YAMBAO, E.B.; O' TOOLE, J.C.; DATTA, S.K. Water stress effects on
248 leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and
249 soybean. **Plant Soil**, v.103, p.155-168, 1987.

250 TIFFNEY, B.H.; NIKLAS, K.J. Clonal growth in land plants: a palaeobotanical perspective. In:
251 JACKSON, J.B.C.; BUSS, L.W.; COOK, R.E (Ed). **Population biology and evolution of clonal**
252 **organisms**. New Haven: Yale University Press, 1985. p.35-66.

Tabela 1. Média da característica produtividade de grãos (PG), com baixa e alta dose de P (20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente) para cultivares de arroz, cultivado em terras altas na região sul do Estado de Tocantins, Gurupi, TO, safra 2007/2008.

Cultivares	PG (kg há ⁻¹)				
	Baixo P	Alto P	Média	Diferença de produção	Índice de Resposta
BRS-Bonança	2458	2729	2594	271	2,71
BRS-Caiapó	2590	1912	2251	678	-6,78
BRS-Sertaneja	2330	1951	2140	-379	-3,79
BRSMG-Curinga	2127	1826	1976	-301	-3,01
BRSMG-Conai	1847	1875	1861	28	0,28
BRS-Primavera	1552	1717	1635	165	1,65
Média	2151	2002	2076	-149	-1,49
C.V. (%)			24,53		

CAPÍTULO II

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

Eliane Aparecida Rotili^(I); Rodrigo Ribeiro Fidelis^(II)¹; Manoel Mota dos Santos^(II); Hélio Bandeira Barros^(II); Gil Rodrigues dos Santos^(II); Adelmo Martins Rodrigues^(III).

^(I) Aluna de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi, TO, Brasil. ^(II) Professor Adjunto, (UFT), Campus Universitário de Gurupi-TO, Rua Badejós, Chácara 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx. Postal 66, CEP: 77402-970, Gurupi, TO, Brasil. E-mail: fidelisrr@uft.edu.br. ¹ Autor para correspondência. ^(III) Aluno do curso de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, (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

25 blocos casualizados, com quatro repetições. Através da produtividade de grãos, classificou-se as
26 cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação de nitrogênio. Não foram
27 identificadas cultivares consideradas eficientes e responsivas a aplicação de nitrogênio. As
28 cultivares BRS-Bonança, BRS-Caiapó e BRS-Primavera mostraram-se eficientes e não
29 responsivas à aplicação de nitrogênio.

30 **Palavras-chave:** *Oryza sativa*; genótipos; estresse mineral; sequeiro.

31

32 **ABSTRACT**

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

43 **Key words:** *Oryza sativa*, genotypes, mineral stress, upland.

44

45 **INTRODUÇÃO**

46 O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica em
47 muitos países em desenvolvimento, constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de
48 pessoas e o aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos busca de novas

49 técnicas que possam aumentar a produção. Cultivado e consumido em todos continentes, o arroz
50 se destaca pela produtividade e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível
51 econômico quanto social (FAGERIA et al., 1997).

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

56 No Tocantins, esta cultura faz-se presente tanto em várzea quanto em terras altas
57 distribuído em todo o Estado. Na safra 2006/2007, a produção de arroz em terras altas foi de
58 168812 toneladas, em 100361 hectares, ficando com produtividade média de 1682 kg ha⁻¹
59 (SEAGRO, 2009). O cultivo do arroz de terras altas é distribuído em todo o estado, enquanto o
60 irrigado está concentrado nas regiões Centro-Oeste e, principalmente, Sudoeste, abrangendo os
61 municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium
62 (EMBRAPA, 2009).

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

69 Na maior parte das áreas onde o arroz é cultivado, o nitrogênio é o principal fator limitante
70 à produtividade, e o custo do fertilizante nitrogenado constitui a maior fração do custo total de
71 produção (DE DATTA et al., 1991). Desta forma, o uso racional da adubação nitrogenada é
72 fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas também para aumentar

73 a produtividade da cultura e diminuir o custo de produção e os riscos de poluição ambiental
74 (FAGERIA & STONE, 2003). Plantas com alta eficiência no uso de N, são desejáveis para as
75 cultivares de arroz usadas na agricultura de baixos insumos.

76 Inadequações quanto à dosagem e época de aplicação do N, além de reduzir a produção,
77 aumentam a incidência de doenças nas culturas (FAGERIA et al., 1997). A influência do N sobre
78 a brusone varia de acordo com a quantidade, a forma disponível e a suscetibilidade da planta
79 (HUBER & WATSON, 1974). Tanto a brusone nas folhas, quanto nas panículas, aumenta com o
80 aumento dos níveis de N, diminuindo a produtividade do arroz (SILVA & PRABHU, 2004).

81 Alguns estudos têm mostrado a existência de diferenças genotípicas na eficiência de
82 absorção de nitrogênio em arroz (FURLANI et al., 1986; FERRAZ JUNIOR et al., 1997).
83 FURLANI et al. (1986) verificaram em solução nutritiva, eficiências similares na absorção de N
84 entre linhagens de arroz de sequeiro e irrigado, com base na quantidade de N acumulado.
85 FERRAZ JUNIOR et al. (1997) observaram maior eficiência de absorção de N para produção de
86 grãos em cultivares melhoradas, de irrigação ou sequeiro, em relação a um grupo de variedades
87 locais de sequeiro, tradicionalmente cultivadas na região. Por outro lado, foi observada a
88 existência de algumas variedades locais cuja eficiência de absorção não diferiu significativamente
89 das cultivares melhorada de melhor desempenho.

90 A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio é considerada
91 uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura do arroz
92 (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1982) e aumentar a produtividade de grãos através da maior
93 resposta a esse nutriente (ANDRADE et al., 1992; BORRELL et al., 1998; SHARMA &
94 SHARMA, 1999). Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram exigências
95 nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais (BROWN &
96 JONES, 1997; FAGERIA & BARBOSA FILHO 1981, 1982).

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

99

100 MATERIAL E MÉTODOS

101 Os experimentos (baixo e alto nitrogênio) foram realizados em terras altas, na fazenda
102 Chaparral, no município de Gurupi, situada a 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste,
103 em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de classe textural arenosa, na safra
104 2007/2008.

105 O preparo do solo foi realizado da forma convencional, com duas gradagens sendo uma
106 com grade “pesada” e outra com grade niveladora. A semeadura foi realizada no dia 13 de
107 dezembro de 2007, manualmente após abertura dos sulcos. A adubação de semeadura foi
108 realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A
109 análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes
110 resultados: pH em CaCl₂ = 4,3; M.O(%) = 0,2; P(Melich) = 2,4mg/dm³; Ca = 0,9 cmol_c/dm³; Mg
111 = 0,4 cmol_c/dm³; H+Al = 2,9cmol_c/dm³ e K = 0,06cmol_c/dm³.

112 O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições.
113 Cada unidade experimental foi constituída por cinco linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas
114 de 0,45 m entre linhas e semeando-se 60 sementes por metro linear. Como área útil, foram
115 utilizadas as três linhas centrais com 4,0 metros de comprimento, desprezando-se as duas linhas
116 laterais e 0,5 metros das extremidades das três linhas centrais (5,4 m² de área útil). Para o estudo
117 foram utilizadas as cultivares: BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga,
118 BRSMG-Conai e BRS-Primavera.

119 Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizadas as doses 20
120 e 120 kg ha⁻¹ N em cobertura na forma de uréia, respectivamente em duas etapas, sendo metade

121 do adubo aplicado por ocasião do perfilhamento efetivo e a outra metade na fase de diferenciação
122 do primórdio floral. Estas duas doses contrastantes de nitrogênio foram identificadas em
123 experimentos anteriores por FAGERIA & STONE (2003), para discriminar as cultivares de arroz
124 quanto ao uso de nitrogênio.

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

127 Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). A variável
128 produtividade de grãos foi submetida à análise de variância com aplicação do teste F e para testar
129 a significância dos tratamentos utilizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

130 Para diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por FAGERIA &
131 KLUTHCOUSKI (1980) e FAGERIA & BALIGAR (1993), que sugerem a classificação das
132 cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do nitrogênio (eficiência e resposta -
133 ER). Onde a utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em baixo
134 nível. A resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos
135 nos dois níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

$$136 \quad \alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

137 onde:

138 **PNN** = Produção com nível ideal de nutriente;

139 **PBN** = Produção com baixo nível do nutriente, e;

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

141 Foi utilizada uma representação gráfica no plano cartesiano para classificar as cultivares.
142 No eixo das abscissas (y), encontra-se a eficiência na utilização do nitrogênio e no eixo das
143 ordenadas (x), a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a
144 resposta média das cultivares. No primeiro quadrante é representado as cultivares eficientes e

145 responsivas (ER); no segundo, as não eficientes e responsivas (NER); no terceiro, as não
146 eficientes e não responsivas (NENR) e no quarto, as eficientes e não responsivas (ENR).

147

148 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

149 O presente trabalho identificou como eficientes no uso de nitrogênio, as cultivares de
150 arroz BRS-Bonança, BRS-Caiapó e BRS-Primavera, pois estas apresentaram as maiores médias
151 de produtividades de grãos, quando cultivadas em ambientes de baixo N, portanto, estão
152 representadas no primeiro e quarto quadrante conforme Figura 1. Conforme SINGH et al. (1998)
153 citado por FAGERIA et al. (2007), o emprego de cultivares eficientes na absorção e utilização de
154 N é uma importante estratégia para aumentar a eficiência de seu uso. Vários trabalhos indicam a
155 existência de variabilidade genética entre cultivares quanto à capacidade de absorção e utilização
156 de nutrientes, inclusive o N (FAGERIA, et al., 2007; FREITAS et al., 2001; REIS et al., 2005;
157 ANDRADE et al., 1992; BROWN & JONES, 1997; THAKUR, 1993). FAGERIA et al. (2007)
158 avaliaram a produtividade e a eficiência de uso de nitrogênio de doze genótipos de arroz irrigado
159 e concluíram que a eficiência do uso do N varia de acordo com os genótipos.

160 Quanto à resposta a aplicação de N, observa-se que somente a cultivar RSMG-Curinga foi
161 classificada como responsiva pela metodologia utilizada. Cultivares consideradas responsivas são
162 representadas no primeiro e segundo quadrante da Figura 1. Cultivares que apresentam alto
163 índice de resposta, tornam-se interessantes, pois, respondem ao incremento do nitrogênio quando
164 se promove a melhoria do ambiente. Esta cultivar apresentou valor de índice de resposta acima de
165 7, ou seja, acresce sete quilogramas de grãos para cada quilograma de N aplicado (Tabela 1).
166 FREITAS et al. (2001) avaliando a resposta de cultivares de arroz irrigado em quatro doses de
167 nitrogênio, constataram diferenças quanto à responsividade dos genótipos. SILVA et al. (2007)
168 também avaliaram a resposta de cultivares de arroz irrigado a doses de N e constataram diferentes

169 respostas a aplicação. FREITAS et al. (2007) avaliaram a resposta ao nitrogênio de três cultivares
170 de arroz irrigado e constataram que existem diferenças quanto à resposta à aplicação para a
171 característica produção de grãos que variou entre 9,6 e 16,1 quilogramas de grãos por quilograma
172 de N aplicado.

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

180 A cultivar RSMG-Curinga foi classificada como não eficiente e responsiva (Figura 1),
181 pois foi uma das cultivares que produziu abaixo da média dos genótipos sob ambiente de baixo
182 nível de nitrogênio com uma produção de 1552 kg ha⁻¹, no entanto, quando cultivada em
183 ambiente de alto nível de N, produziu acima da média chegando a uma produção de 2337 kg ha⁻¹,
184 resultando num aumento da produtividade equivalente a 785 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Cultivares do
185 grupo não eficientes e responsivas são indicadas para serem utilizadas pelos produtores que
186 dispõem de um nível tecnológico elevado. Esta produtividade encontra-se acima da média obtida
187 na safra 2006/2007 no Estado de Tocantins, que foi equivalente a 1682 kg ha⁻¹ (SEAGRO, 2009).

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

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

201 A produtividade média de grãos das cultivares BRS-Caipó, BRS-Bonança e BRS-
202 Primavera obtidas neste estudo foram de 1878 kg ha^{-1} , 1836 kg ha^{-1} e 1876 kg ha^{-1} ,
203 respectivamente (Tabela 1). Estas produtividades estão aquém das obtidas por MOURA NETO
204 (2002), que avaliando as mesmas cultivares na região de Santa Helena de Goiás, encontrou na
205 safra 1998/1999 a produtividades de 4460 kg ha^{-1} , 3780 kg ha^{-1} e 2736 kg ha^{-1} , respectivamente.

206

207 **CONCLUSÕES**

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

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

212

213 **AGRADECIMENTOS**

214 A Universidade Federal do Tocantins – UFT, ao CT-INFRA por intermédio do
215 MCT/CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica. A Secretaria de Ciência e Tecnologia

216 – CECT pelo apoio financeiro para execução do projeto. A Fazenda Chaparral pela doação da
217 área para realização dos experimentos.

218

219 **REFERÊNCIAS**

220 ANDRADE, W.E.B. et al. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na
221 Região Norte Fluminense. **Lavoura Arrozeira**, v.45, p.14-17, 1992.

222 BORRELL, A.K. et al. Season and plant type affect the response of rice yield to nitrogen
223 fertilization in a semi-arid tropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**,
224 v.49, p.179-190, 1998.

225 BROWN, J.C.; JONES, W.E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**,
226 v.69, p.399-404, 1997.

227 DE DATTA, S.K. et al. Direct measurement of ammonia and denitrification fluxes from urea
228 applied to rice. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, n.2, p.543-548, 1991.

229 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão. **Sistemas de Produção**. Disponível
230 em:

231 <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/index>
232 [.htm](#)>. Acesso em: 23 de mar. 2009.

233 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In:
234 **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. INTSORMIL.
235 Publication, n.94-2. University of Nebraska, NE, 1993.

236 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para a maior
237 eficiência de absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.16, p.772-782,
238 1981.

239 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado
240 para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,
241 v.17, p.1709-1712, 1982.

242 FAGERIA, N.D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e**
243 **feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 22p, 1980. Disponível
244 em: <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPAF/1832/1/circ_8.pdf>. Acesso em:
245 02 abr. 2009.

246 FAGERIA, N.K. et al. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel
247 Dekker, 1997.v.2.

248 FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo do nitrogênio. In: FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.;
249 SANTOS, A.B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de
250 Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.51-94.

251 FAGERIA, N.K. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio
252 influenciada pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42,
253 n.7, p.1029-1034, jul. 2007. Disponível em:
254 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2007000700016&lng=pt&nr=isoISSN0100-204X>. Acesso em: 20 de mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-
255 204X2007000700016.

256

257 FERRAZ JUNIOR, A.S.L. et al. Eficiência do uso de nitrogênio para produção de grão e proteína
258 por cultivares de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.435-442, abr.
259 1997. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/FrAnual>>. Acesso em: 25
260 mar. 2009.

261 FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.
262 (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

263 FREITAS, J.G. et al. Produtividade de cultivares de arroz irrigado resultante da aplicação de
264 doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.317-325, 2007. Disponível em:
265 <www.scielo.br/pdf/brag/v66n2/16.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.

266 FREITAS, J.G. et al. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia Agrícola**.
267 Piracicaba, v.58, n.3 jul-set. 2001. Disponível em:
268 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01039016200100000021>. Acesso
269 em: 15 de mar. 2009. doi: 10.1590/S0103-90162001000300021.

270 FURLANI, A.M.C. et al. Comportamento diferencial de linhagens de arroz na absorção e
271 utilização de nitrogênio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas,
272 v.10, p.51-59, 1986.

273 HUBER, D.M.; WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of**
274 **Phytopathology**, v.12, p.139-165, 1974.

275 MOURA NETO, F.P. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e
276 convencional. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.904-910, set.-out. 2002.
277 Disponível em: <www.editora.ufla.br/revista/26_5/art04>. Acesso em: 15 de mar. 2009.

278 REIS, M.S. et al. Absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação
279 nitrogenada. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.707-713, jul.-ago. 2005. Disponível
280 em:
281 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542005000400001&lng=en&nr=iso>. Acesso em: 02 de abr. 2009. doi: 10.1590/S1413-70542005000400001.

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

286 SHARMA, D.K.; SHARMA, D.R. Sustainable use of poor quality water with proper scheduling
287 of irrigation and nitrogen levels for a rice crop. **Water Science and Tecnology**, v.40, p.111-114,
288 1999.

289 SILVA, G.B.; PRABHU, A.S. Progresso da brusone nas folhas no plantio direto e convencional
290 de arroz de terras altas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.316-318, maio-jun. 2004.

291 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582004000300014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 de abr. 2009. doi:
292 10.1590/S0100-41582004000300014.
293

294 SILVA, L.S. et al. Resposta a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz
295 irrigado. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.2, p.189-194, abr.-jun. 2007.

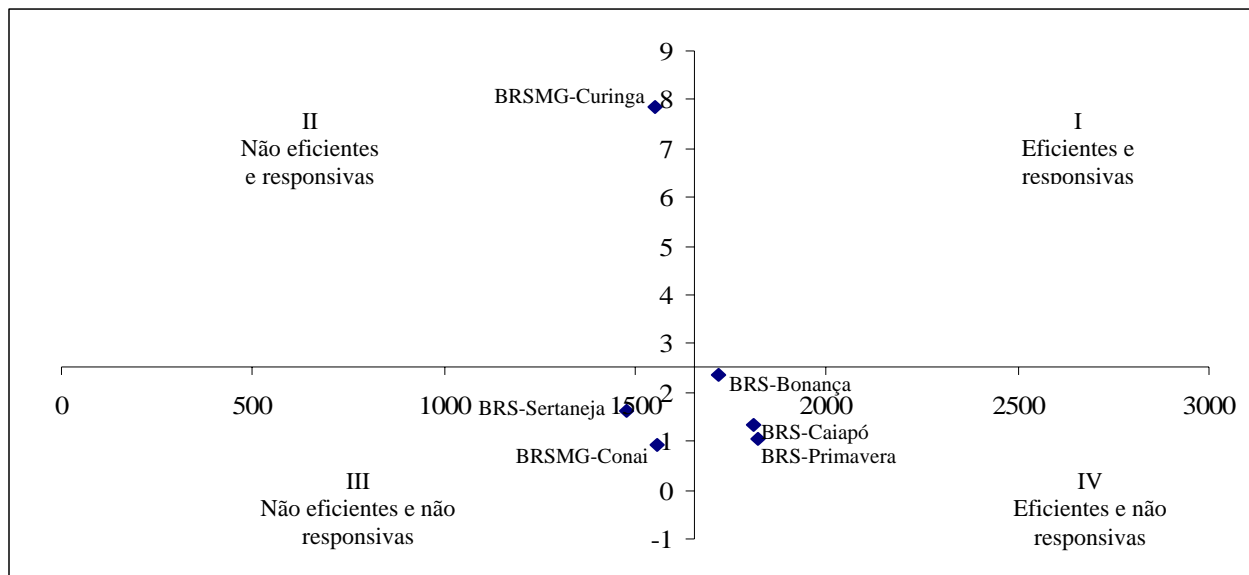
296 Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v13n2/artigo08.pdf>>. Acesso em: 15
297 de mar. 2009.

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

300

301

302



303
 304 **Figura 1.** Eficiência no uso e resposta a aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz, pela
 305 metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318

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)				
	Baixo N	Alto N	Média	Diferença de produção	Índice de Resposta
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 de Tukey, a 5% de probabilidade.

319

320

321

322

323

324

CAPÍTULO III

Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins, safra 2008/2009

Efficiency on use and application response of phosphorus in cultivars of rice in irrigated land in the southwest of Tocantins State, harvest 2008/2009

Eliane Aparecida Rotili^(I); Rodrigo Ribeiro Fidelis^(II)¹; Manoel Mota dos Santos^(II); Manoel Delintro de Castro Neto^(I); Elisângela Kichel^(III); Eduardo Lopes Cancellier^(III).

^(I) Aluna de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi, TO, Brasil. ^(II) Professor Adjunto, (UFT), Campus Universitário de Gurupi-TO, Rua Badejós, Chácara 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx. Postal 66, CEP: 77402-970, Gurupi, TO, Brasil. E-mail: fidelisrr@uft.edu.br. ¹ Autor para correspondência. ^(III) Aluno do curso de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, (UFT), Gurupi, TO, Brasil.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de fósforo de cultivares de arroz em várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins. Os tratamentos envolveram oito cultivares comerciais de arroz (BRS-Jaçanã, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS 7-Taim e EPAGRI-109), que foram cultivados em dois ambientes distintos. Para simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram utilizadas as doses 20 e 120 kg ha⁻¹ de fósforo, respectivamente. O delineamento experimental

25 utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Através da produtividade de grãos,
26 classificou-se as cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação de fósforo. A cultivar
27 BRS-Alvorada mostrou-se eficiente quanto ao uso de fósforo e responsiva a sua aplicação.

28 **Palavras-chave:** *Oryza sativa*, genótipos, estresse mineral, várzea irrigada.

29

30 **ABSTRACT**

31 This research's objective was to study the efficiency in the usage of phosphorus in rice
32 cultivars on irrigated land in the southwest of Tocantins State. The experiments involved eight
33 commercial cultivars of rice (BRS-Jaçanã, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-
34 01381, AN-Cambará, BRS 7-TAIM and EPAGRI-109), which were farmed in two distinct
35 environments. In order to stimulate areas with high and low phosphorus levels, there were used
36 doses of 20 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅ respectively. The experiments were carried out in a
37 completely randomized blocks design, with four replicates. Throughout production the grain's
38 productivity was classified as efficient cultivars in respect to the application and response of
39 phosphorus. The cultivar BRS-Alvorada demonstrated efficient in response to the usage of
40 phosphorus.

41 **Key words:** *Oryza sativa*, genotypes, mineral stress, irrigated land.

42

43 **INTRODUÇÃO**

44 O arroz (*Oryza sativa* L.) constitui-se em alimento básico da maior parte da população
45 brasileira, havendo, atualmente, necessidade de se aumentar a produção de grãos para atender à
46 crescente demanda decorrente do aumento populacional. A cultura do arroz destaca-se como uma
47 das mais importantes do mundo; por apresentar facilidade de adaptação a condições

48 edafoclimáticas distintas, é cultivada nos mais diversos ambientes em todos os continentes
49 (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006).

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

54 No Tocantins a cultura do arroz faz-se presente em todas as regiões. O cultivo em terras
55 altas é distribuído em todo estado, enquanto o irrigado está concentrado nas regiões Centro-Oeste
56 e, principalmente, Sudoeste, abrangendo os municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do
57 Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium (EMBRAPA, 2009). Na safra 2007/2008, a produção de
58 arroz irrigado foi de 235,576 toneladas, em 53,9 mil hectares, ficando com produtividade média
59 de 4371 kg ha⁻¹ (SEAGRO, 2009).

60 O fósforo (P) é um dos principais nutrientes do arroz e sua deficiência pode afetar a
61 planta, provocando redução no crescimento, no perfilhamento, no sistema radicular e,
62 conseqüentemente, na produtividade (FAGERIA, 1999). O P tem sido apontado como um dos
63 nutrientes mais limitantes ao rendimento das culturas, apesar de sua relativa abundância na crosta
64 terrestre. Solos bem drenados freqüentemente apresentam baixa disponibilidade de P devido à
65 tendência deste elemento de formar compostos estáveis de alta energia de ligação e baixa
66 solubilidade com a fase sólida mineral do solo, principalmente com óxidos e hidróxidos de ferro
67 e alumínio. Já em ambientes sazonalmente alagados, como os solos de várzea onde se cultiva o
68 arroz irrigado, existe alternância nas condições de oxidação e redução, a qual determina
69 modificações intensas na fase sólida mineral do solo e na dinâmica de elementos altamente
70 reativos, como o P (GUILHERME et al., 2000).

71 A eficiência de uso de um nutriente é definida como a relação entre produção e a
72 concentração do nutriente no tecido (LAUCHLI, 1987), enquanto que para GRAHAM (1984),
73 eficiência é a habilidade de uma espécie ou genótipo em fornecer altas produções num solo
74 deficiente no nutriente em estudo. No que diz respeito à influência da planta na eficiência da
75 adubação fosfatada, a seleção de materiais genéticos que tenham boa adaptação a condições de
76 baixa fertilidade do solo pode aumentar sensivelmente o aproveitamento dos fertilizantes
77 aplicados. Do ponto de vista fisiológico, a eficiência nutricional refere-se a habilidade do
78 genótipo em absorver o nutriente do solo, distribuí-lo e utilizá-lo internamente (GODDARD &
79 HOLLIS, 1984).

80 A otimização da eficiência nutricional é de grande importância na produção das culturas
81 anuais, devido ao custo dos fertilizantes, imprescindíveis para o aumento da produtividade
82 (FAGERIA, 1984, 1989, 1992; LOPES & GUILHERME, 1989) Há diferenças significativas
83 entre genótipos de arroz na capacidade de absorver e utilizar o P disponível no solo
84 (SANT'ANA, 2000; FURLANI & FURLANI, 1991; CLARK & DUNCAN, 1991; FAGERIA,
85 1999). O perfilhamento, a altura da planta e o desenvolvimento radicular são influenciados pelo
86 nível de P disponível para a planta de arroz (Fageria, 1999). Entretanto, as possíveis associações
87 entre essas características da planta de arroz com sua capacidade de absorver e utilizar o P são,
88 ainda, indefinidas (SANT'ANA et al., 2003)

89 Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso
90 de fósforo de cultivares de arroz em várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins.

91
92
93
94

95 MATERIAL E MÉTODOS

96 Os experimentos (baixo e alto fósforo) foram realizados em solos de várzea irrigada, na
97 fazenda Pouso Alto, no município de Lagoa da Confusão-TO, situada a $10^{\circ} 51'$ de latitude sul e
98 $49^{\circ} 35'$ de longitude oeste, em solo do tipo Gleissolos, na safra 2008/09.

99 O preparo do solo foi realizado da forma semi-direto, ou seja, aplicação de dessecante (15
100 dias antes do plantio) e uso de grade niveladora antes do plantio. A semeadura foi realizada no
101 dia 17 de novembro de 2008 de forma manual após abertura de sulcos. A adubação de semeadura
102 foi realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A
103 análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes
104 resultados: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,6$; M.O(%) = 3,0; P(Melich) = $10,0\text{mg}/\text{dm}^3$; Ca = $0,8\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; Mg
105 = $0,4\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; H+Al = $5,0\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e K = $0,5\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

106 O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições.
107 Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas
108 de 0,34 m entre linhas e semeando-se 60 sementes por metro linear. Como área útil, foram
109 utilizadas as duas linhas centrais ($3,4\text{ m}^2$ de área útil). Para o estudo foram utilizadas as cultivares
110 BRS-Jaçanã, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS 7-
111 Taim e EPAGRI-109.

112 Para simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram utilizadas as doses 20 e
113 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 no plantio, descontado o P do solo detectado na análise química, em
114 ambientes distintos. Conforme FAGERIA (1991), estas duas doses contrastantes de fósforo
115 foram identificadas em experimentos anteriores, para discriminar as cultivares de arroz quanto ao
116 uso de P. O potássio foi aplicado em plantio na dosagem de 60 kg ha^{-1} de K_2O na forma de
117 cloreto de potássio. A adubação de cobertura foi realizada em duas etapas, ambas com 45 kg ha^{-1}
118 de N aplicada por ocasião do perfilhamento efetivo e diferenciação do primórdio floral.

119 Os tratos culturais foram efetuados mediante aplicação de herbicidas e inseticidas, com
120 produtos devidamente recomendados para a cultura do arroz, quando se fez necessário.

121 Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). A variável
122 produtividade de grãos foi submetida à análise de variância com aplicação do teste F e para testar
123 a significância dos tratamentos utilizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

124 Para diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por FAGERIA &
125 KLUTHCOUSKI (1980) e FAGERIA & BALIGAR (1993), que sugerem a classificação das
126 cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo (eficiência e resposta -
127 ER). Onde a utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em baixo
128 nível. A resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos
129 nos dois níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

$$130 \quad \alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

131 onde:

132 **PNN** = Produção com nível ideal de nutriente;

133 **PBN** = Produção com baixo nível do nutriente, e;

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

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

141

142

143 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

144 Com base na metodologia proposta por FAGERIA & KLUTHCOUSKI (1980), específica
145 para estresse mineral identificou-se como eficiente no uso de fósforo as cultivares de arroz irrigado
146 BRS-Alvorada, BRS 7-Taim, BRSGO-Guará, BRA-01381 e AN-Cambará, pois apresentaram
147 médias de produtividades de grãos maiores que a média geral obtida no ambiente de baixo P,
148 portanto, então representadas no primeiro e quarto quadrante da Figura 1. Várias literaturas
149 (FAGERIA et al., 2007; FREITAS et al., 2001; REIS et al., 2005; ANDRADE et al., 1992;
150 BROWN & JONES, 1997; THAKUR, 1993) indicam a existência de variabilidade genética entre
151 cultivares quanto à capacidade de absorção e utilização de nutrientes. Segundo CLARK &
152 BROWN (1974) citado por MATIAS (2006), plantas eficientes na absorção de P, são aquelas que
153 acumulam maiores quantidades do elemento quando cultivado em baixo nível de P. FURLANI &
154 FURLANI (1991), avaliaram cem linhagens de arroz irrigado e de sequeiro, sendo que, duas
155 linhagens de arroz irrigado destacaram-se como eficientes no uso de fósforo.

156 Quanto à resposta a aplicação de P, a metodologia classificou as cultivares EPAGRI-109,
157 BRS-Alvorada, BRS-Jaçanã e Best-2000 como responsivas, estando, portanto representadas no
158 primeiro e segundo quadrante da Figura 1. Cultivares que apresentam alto índice de resposta
159 tornam-se interessantes, pois, respondem ao incremento do fósforo quando se promove a
160 melhoria do ambiente. Estas cultivares apresentaram valor de índice de resposta acima de 8
161 (Tabela 1).

162 No primeiro quadrante da Figura 1 encontra-se cultivares consideradas eficientes quanto
163 ao uso e responsivas a aplicação de fósforo. Neste estudo a única cultivar a compor este
164 quadrante foi a BRS-Alvorada, sendo, portanto, recomendada para cultivo em propriedades que
165 adotam desde baixo, médio a alto nível tecnológico (insumos), pois além de produzir em
166 ambientes desfavorável (baixo P), respondem à melhoria do ambiente, com o incremento de

167 adubo (alto P) resultando num aumento na produção equivalente a 1840 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Esta
168 cultivar apresentou produtividade média tanto em ambiente de baixo quanto em ambiente de alto
169 P acima da média de produtividade do estado do Tocantins na safra de 2007/2008, que foi de
170 4371 kg ha⁻¹ (SEAGRO, 2009). FAGUERIA et al. (2007) também avaliando a cultivar BRS-
171 Alvorada encontraram média de produtividades de dois anos inferior a encontrada nesse trabalho
172 que foi de 4723 kg ha⁻¹. FAGUERIA et al. (2007) relataram que os genótipos de arroz irrigado
173 BRSGO-Guará e BRS-Alvorada mostraram eficientes e responsivos, porém quanto ao uso de
174 nitrogênio.

175 As cultivares EPAGRI-109, BRS-Jaçanã e Best-2000 foram classificadas como não
176 eficientes e responsivas (segundo quadrante da Figura 1), pois produziram abaixo da média dos
177 genótipos sob ambiente de baixo nível de fósforo, com produção de 3547 kg ha⁻¹, 3251 kg ha⁻¹ e
178 3430 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). No entanto, quando cultivadas em ambiente de alto
179 nível de P, tiveram valores de índices de resposta maiores que a média geral (7,71), resultando
180 em aumento da produtividade equivalente de 2061 kg ha⁻¹, 1770 kg ha⁻¹ e 803 kg ha⁻¹
181 respectivamente. Cultivares do grupo não eficientes e responsivas são indicadas para serem
182 utilizadas pelos produtores que dispõem de um nível tecnológico elevado, pois respondem á
183 melhoria do ambiente com o incremento do nutriente. De acordo com SEAGRO (2009), as
184 produtividades apresentadas pelas cultivares em ambiente de alto P, estão próximas da média de
185 produção do estado do Tocantins na safra 2007/2008, o seja, equivalente a 4371 kg ha⁻¹. Matias
186 (2006) avaliou em casa de vegetação a eficiência de absorção e utilização de P em cultivares de
187 arroz de terras altas e também encontrou cultivares não eficiente quanto ao uso e responsiva a
188 aplicação de fósforo.

189 A metodologia utilizada nesse trabalho não classificou nenhuma das cultivares analisadas
190 como não eficientes quanto ao uso e não responsivas a aplicação de fósforo (terceiro quadrante da

191 Figura 1). Cultivares do grupo classificadas como não eficiente e não responsiva não são
192 recomendadas para serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que
193 utilizam baixo nível tecnológico.

194 No quadrante das eficientes e não responsivas estão as cultivares BRS 7-Taim, BRSGO-
195 Guará, BRA-01381 e AN-Cambará (Figura 1), as quais produziram acima da média em ambiente
196 com baixo P. No entanto, quando cultivadas em ambiente de alto nível de P, tiveram valores de
197 índices de resposta menores que a média geral de índices de resposta (7,71), conforme pode ser
198 visto na Tabela 1. O que evidencia a falta de resposta à melhoria do ambiente com o incremento
199 do nutriente. Cultivares do grupo eficientes e não responsivos são recomendados para o cultivo
200 em propriedades que adotam baixo nível tecnológico. FAGUERIA et al. (2007) utilizando a
201 mesma metodologia, porém, estudando outro nutriente (N), classificaram o genótipo BRSGO-
202 Guará como eficiente e responsivo.

203 A produtividade média de grãos das cultivares nos dois ambientes BRS 7-Taim, BRSGO-
204 Guará, BRA-01381 e AN-Cambará obtidas neste estudo foram de 4181 kg ha⁻¹, 4193 kg ha⁻¹,
205 4185 kg ha⁻¹ e 3302 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Conforme SEAGRO (2009) estes
206 valores de produção são inferiores a média estadual de produtividade de arroz irrigado obtida na
207 safra de 2007/2008 que foi equivalente a 4371 kg ha⁻¹.

208

209 **CONCLUSÃO**

210 A cultivar BRS-Alvorada mostrou-se eficiente quanto ao uso de fósforo e responsiva a
211 sua aplicação.

212

213

214

215 **AGRADECIMENTOS**

216 A Universidade Federal do Tocantins – UFT e ao CNPq, pela concessão de bolsa de
217 iniciação científica. A CAPES pela concessão de bolsa do PNPd e mestrado. A Secretaria de
218 Ciência e Tecnologia – CECT pelo apoio financeiro para execução do projeto. A Fazenda Pouso
219 Alto pela doação da área para realização dos experimentos.

220

221 **REFERÊNCIAS**

222 ANDRADE, W.E.B. et al. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na
223 Região Norte Fluminense. **Lavoura Arrozeira**, v.45, p.14-17, 1992.

224 BROWN, J.C.; JONES, W.E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**,
225 v. 69, p.399-404, 1997.

226 CLARK, R.B.; DUNCAN, R.R. Improvement of plant mineral nutrition through breeding. **Field**
227 **Crops Research**, Amsterdam, v.27, p.219-240, 1991.

228 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão. **Sistemas de Produção**. Disponível
229 em:

230 <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/index>
231 [.htm](#)>. Acesso em: 23 de mar. 2009.

232 FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro:
233 EMBRAPA/Campus, 1984. 341p.

234 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In:
235 **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. INTSORMIL.
236 Publication, n.94-2. University of Nebraska, NE, 1993.

237 FAGERIA, N.K. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio
238 influenciada pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42,

239 n.7, p.1029-1034, jul. 2007. Disponível em:
240 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2007000700016&lng=pt&nr=isoISSN0100-204X>. Acesso em: 20 de mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-
241 204X2007000700016.
242

243 FAGERIA, N.K. **Maximizing crop yields**. New York: Marcel Dekker, 1992. 274p.

244 FAGERIA, N.K. Nutrição mineral. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA,
245 E.P. (Eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão,
246 p.173-196. 1999.

247 FAGERIA, N.K. Response of rice to fractional applied potassium in Brazil. **Better Crops**
248 **International**, Norcross, v.7, n.2, p.19, 1991.

249 FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-
250 CNPAF, 1989. 425p.

251 FAGERIA, N.D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e**
252 **feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 1980. 22p. Disponível
253 em: <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPAF/1832/1/circ_8.pdf>. Acesso em:
254 02 abr. 2009.

255 FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.
256 (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

257 FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal:
258 Funep, 2006. 589p.

259 FREITAS, J.G. et al. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia Agrícola**.
260 Piracicaba, v.58, n.3 jul-set. 2001. Disponível em:
261 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01039016200100000021>. Acesso
262 em: 15 de mar. 2009. doi: 10.1590/S0103-90162001000300021.

263 FURLANI, P.R.; FURLANI, A.C.M. Tolerância a alumínio e eficiência a fósforo em milho e
264 arroz: características independentes. **Bragantia**, Campinas, v.50, n.2, p.331-340, 1991.
265 Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051991000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
266 [87051991000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051991000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 20 abr. 2009. doi:
267 10.1590/S0006-87051991000200012.

268 GHILHERME, L.R.G.; CURTI, N.; SILVA, M.L.N.; RENÓ, N.B.; MACHADO, R.A.F. Adsorção
269 de fósforo em solos de várzea do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**,
270 v.24, p.27-34, 2000.

271 GODDARD, R.E.; HOLLIS, C.A. The genetic basics of forest tree nutrition. In: BOWEN, G.D.;
272 NAMBIER, E.K.S. (Ed.) **Nutrition of plantation forest**. London: Academic Press, 1984. p.237-
273 258.

274 GRAHAM, R.D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: TINKER, P.B.; LAUCHI,
275 A. **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger, p.57-102, 1984.

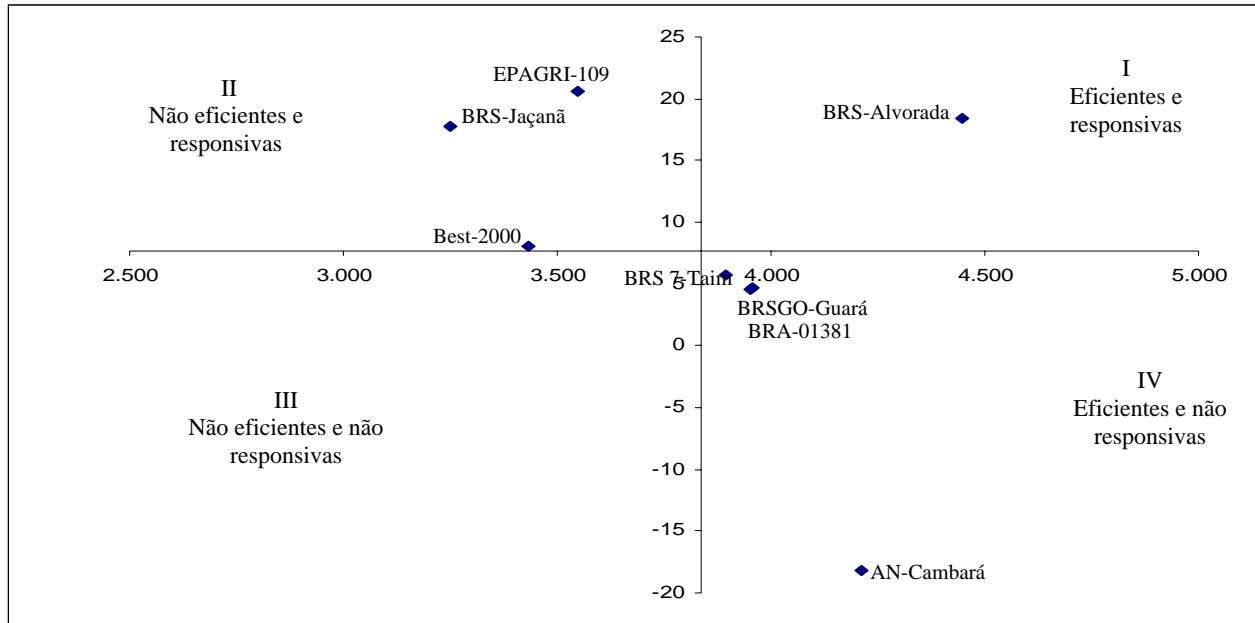
276 LAUCHLI, A. Soil science in the next twenty five years: does a biotechnology play a role. **Soil**
277 **Science Society of America Journal**, v.51, p.1405-1409, 1987.

278 LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Uso eficiente de fertilizantes. In: SIMPÓSIO
279 AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba. **Anais...**
280 Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.1-58.

281 MATIAS, G.C.S. **Eficiência nutricional de fontes de fósforo com solubilidade variável em**
282 **água em cultivares de arroz (*Oryza sativa L.*)**. 2006. 93p. Dissertação (Mestrado em Solos e
283 Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo.

284 REIS, M.S. et al. Absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação
285 nitrogenada. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.707-713, jul.-ago. 2005. Disponível

286 em:
287 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542005000400001&lng=en&nr=iso>. Acesso em: 02 de abr. 2009. doi: 10.1590/S1413-70542005000400001.
288
289 SANT'ANA, E.P.; SANT'ANA, E.V.P.; FAGERIA, N.K.; FREIRE, A. de B. Utilização de
290 fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea da planta de arroz. **Revista Ciência**
291 **e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.2, p.370-381, mar.-abr. 2003. Disponível em:
292 <http://www.editora.ufla.br/revista/27_2/art17.PDF>.
293 SANT'ANA, E.V.P. **Comportamento de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas**
294 **em dois níveis de fósforo em solo e *in vitro***. 2000. 143p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)
295 – Universidade Federal de Goiânia.
296 SEAGRO. **Evolução da Produção do Arroz**. Secretaria da Agricultura, Pecuária e
297 Abastecimento do Estado do Tocantins. Acessado em 30 abr. 2009. Disponível em:
298 <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>.
299 THAKUR, R.B. Performance of summer rice to varying levels of nitrogen. **Indian Journal**
300 **Agronomy**, New Delhi, v.38, n.2, p.187-190, june, 1993.
301
302
303
304
305
306
307



308

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

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

Tabela 1. Média da característica produtividade de grãos (PG), com baixa e alta dose de P (20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente) para cultivares de arroz, cultivados em solos de várzea irrigada na região sudoeste do Estado de Tocantins, Lagoa da Confusão, TO, safra 2008/2009

Cultivares	PG (kg ha ⁻¹)				
	Baixo P	Alto P	Média	Diferença de produção	Índice de Resposta
BRS-Jaçanã	3251 Bb	5021 Abc	4136	1770	17,70
Best-2000	3430 Bab	4234 Ac	3832	803	8,03
BRSGO-Guará	3955 Aab	4431 Ac	4193	476	4,76
BRS-Alvorada	4448 Ba	6288 Aa	5368	1840	18,40
BRA-01381	3954 Aab	4416 Ac	4185	462	4,62
AN-Cambará	4212 Aab	2391 Bd	3302	-1821	-18,21
BRS 7-Taim	3893 Aab	4468 Ac	4181	575	5,75
EPAGRI-109	3547 Bab	5607 Acd	4577	2061	20,61
Média	3836	4607	4222	771	7,71
C.V. (%)	11,17				

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

327

328

329

330

CAPÍTULO IV

Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins, safra 2008/2009

Eliane Aparecida Rotili⁽¹⁾, Rodrigo Ribeiro Fidelis⁽¹⁾, Manoel Mota dos Santos⁽¹⁾, Eduardo Andrea Lemus Erasmo⁽¹⁾, Michel Antônio Dotto⁽¹⁾ e Diogo Ribeiro Brandão⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, Rua Badejós, Chácaras 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx. Postal. 66, CEP 77402-970 Gurupi, TO. E-mail: elianerotili@yahoo.com.br, fidelisrr@uft.edu.br, santosmm@uft.edu.br, erasmolemus@uft.edu.br, micheldotto@hotmail.com, diogo.brandao.20@hotmail.com .

Resumo - Objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de nitrogênio de cultivares de arroz em várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins. Os tratamentos envolveram nove cultivares comerciais de arroz (BRS-Jaçanã, Metica-1, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS 7-Taim e EPAGRI-109), 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 N, 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 eficientes quanto ao uso de nitrogênio e responsivas à sua aplicação. As cultivares EPAGRI-109, BRSGO-Guará, BRS 7-Taim e BRA-01381 mostraram-se eficientes quanto ao uso de nitrogênio e não responsivas à sua aplicação.

25 **Termos para indexação:** *Oryza sativa*, genótipos, estresse mineral, várzea irrigada.

26

27 **Efficiency on use and application response of nitrogen in cultivars of rice in irrigated land**
28 **in the southwest of Tocantins State, harvest 2008/2009**

29

30 **Abstract** - This research's objective was to study the efficiency in the usage of nitrogen in rice
31 cultivars on irrigated land in the southwest of Tocantins State. The experiments involved nine
32 commercial cultivars of rice (BRS-Jaçanã, Metica-1, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada,
33 BRA-01381, AN-Cambará, BRS 7-Taim and EPAGRI-109), which were farmed in two distinct
34 environments. In order to stimulate areas with high and low nitrogen levels, there were used
35 doses of 20 and 120 Kg ha⁻¹ of nitrogen, respectively. The experiments were carried out in a
36 completely randomized blocks design, with four replicates. Throughout production the grain's
37 productivity was classified as efficient cultivars in respect to the application and response of
38 nitrogen. Did not identify efficient cultivars in response to the usage of nitrogen. The cultivars
39 EPAGRI-109, BRSGO-Guará, BRS 7-Taim and BRA-01381 demonstrated efficiencies in the use
40 of nitrogen and no responsive to its application.

41 **Index terms:** *Oryza sativa*, genotypes, mineral stress, irrigated land.

42

43 **Introdução**

44 O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais importantes do mundo. No Brasil,
45 assume papel de destaque por constituir fonte importante de calorias e de proteínas na dieta
46 alimentar da população (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006). O aumento crescente de seu
47 consumo impõe aos setores produtivos a busca de novas técnicas que possam aumentar a
48 produção. Cultivado e consumido em todos continentes, o arroz destaca-se pela produtividade e

49 área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social
50 (Fageria et al., 1997).

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

55 No Tocantins a cultura do arroz faz-se presente em todas as regiões. O cultivo em várzea
56 irrigada está concentrado nas regiões Centro-Oeste e, principalmente, Sudoeste, abrangendo os
57 municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium (Embrapa,
58 2009). Na safra 2007/2008, a produção de arroz irrigado foi de 235,576 toneladas, em 53,9 mil
59 hectares, ficando com produtividade média de 4371 kg ha⁻¹ (Seagro, 2009).

60 O nitrogênio (N) é um macronutriente essencial para as plantas, pois faz parte da
61 molécula das clorofilas, dos citocromos e de todas as enzimas e coenzimas. Esse nutriente
62 desempenha papel importante na formação dos órgãos reprodutivos e dos grãos de arroz (Barbosa
63 Filho, 1987). Depois do carbono, hidrogênio e oxigênio, o nitrogênio é o elemento encontrado em
64 maior quantidade nas plantas (Arima, 1995). Dessa forma, os adubos nitrogenados são os mais
65 consumidos em nível mundial, superando as quantidades utilizadas de fósforo e de potássio (Raij,
66 1991).

67 Por ser de extrema importância para as plantas e ter uma rápida transformação no solo, o
68 nitrogênio tem sido estudado intensamente com o propósito de maximizar a eficiência de seu uso.
69 Por isso, tem-se buscado redução de perdas de nitrogênio no solo e melhoria da sua absorção e
70 assimilação pelas plantas (Bredemeier & Mundstock, 2000).

71 Inadequações quanto à dosagem e época de aplicação do N, além de reduzir a produção,
72 aumentam a incidência de doenças nas culturas. A influência do N sobre a brusone varia de

73 acordo com a quantidade, a forma disponível e a suscetibilidade da planta (Fageria et al., 1997).
74 Tanto a brusone nas folhas, quanto nas panículas, aumenta com o aumento dos níveis de N,
75 diminuindo a produtividade do arroz (Silva & Prabhu, 2004). Vários trabalhos relatam à
76 eficiência do controle de doenças no arroz irrigado como fator de incremento na produtividade
77 (Slaton et al., 2003; Celmer & Balardin, 2003).

78 Alguns estudos têm mostrado a existência de diferenças genotípicas na eficiência de
79 absorção de nitrogênio em arroz (Furlani et al., 1986; Ferraz Junior et al., 1997). Furlani et al.
80 (1986) verificaram em solução nutritiva, eficiências similares na absorção de N entre linhagens
81 de arroz de sequeiro e irrigado, com base na quantidade de N acumulado. Ferraz Junior et al.
82 (1997), observaram maior eficiência de absorção de N para produção de grãos em cultivares
83 melhoradas, de irrigação ou sequeiro, em relação a um grupo de variedades locais de sequeiro,
84 tradicionalmente cultivadas na região. Por outro lado, foi observada a existência de algumas
85 variedades locais cuja eficiência de absorção não diferiu significativamente das cultivares
86 melhoradas de melhor desempenho.

87 O emprego de cultivares eficientes na absorção e utilização de N é uma importante
88 estratégia para aumentar a eficiência de seu uso, também é uma das maneiras mais adequadas
89 para diminuir o custo de produção da cultura do arroz (Fageria & Barbosa Filho, 1982; Fageria et
90 al., 2007a) e aumentar a produtividade de grãos através da maior resposta a esse nutriente
91 (Andrade et al., 1992; Borrell et al., 1998). A literatura indica que existe grande diferença entre as
92 cultivares quanto à capacidade de absorção e utilização de nutrientes, inclusive N. Isto porque os
93 genótipos de uma mesma espécie mostram exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas
94 para os estresses de nutrientes essenciais (Brown & Jones, 1997; Fageria & Barbosa Filho, 1982).

95 Desta forma, objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso
96 de nitrogênio de cultivares de arroz em várzea irrigada no sudoeste do Estado de Tocantins.

Material e Métodos

97
98 Os experimentos (baixo e alto nitrogênio) foram realizados em solos de várzea irrigada,
99 na fazenda Pouso Alto, no município de Lagoa da Confusão-TO, situada a 10° 51' de latitude sul
100 e 49° 35' de longitude oeste, em solo do tipo Gleissolos, na safra 2008/2009.

101 O preparo do solo foi realizado da forma semi-direto, ou seja, aplicação de dessecante (15
102 dias antes do plantio) e uso de grade niveladora antes do plantio. A semeadura foi realizada no
103 dia 17 de novembro de 2008 de forma manual após abertura de sulcos. A adubação de semeadura
104 foi realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A
105 análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes
106 resultados: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,6$; M.O(%) = 3,0; P(Melich) = $10,0\text{mg}/\text{dm}^3$; Ca = $0,8\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; Mg
107 = $0,4\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; H+Al = $5,0\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e K = $0,5\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

108 O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições.
109 Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas
110 de 34 cm entre linhas e semeando-se 60 sementes por metro linear. Cada unidade experimental
111 foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,34 m entre linhas e
112 semeando-se 60 sementes por metro linear. Como área útil, foram utilizadas as duas linhas
113 centrais ($3,4\text{ m}^2$ de área útil). Para o estudo foram utilizadas as cultivares BRS-Jaçanã, Metica-1,
114 Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS 7-Taim e EPAGRI-
115 109.

116 Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizadas as doses 20
117 e 120 kg ha^{-1} N em cobertura na forma de uréia, respectivamente em duas etapas, sendo metade
118 do adubo aplicado por ocasião do perfilhamento efetivo e a outra metade na fase de diferenciação
119 do primórdio floral. Estas duas doses contrastantes de nitrogênio foram identificadas em

120 experimentos anteriores por FAGERIA & STONE (2003), para discriminar as cultivares de arroz
121 quanto ao uso de nitrogênio.

122 Os tratos culturais foram efetuados mediante aplicação de herbicidas e inseticidas, com
123 produtos devidamente recomendados para a cultura do arroz, quando se fez necessário.

124 Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000). A variável
125 produtividade de grãos foi submetida à análise de variância com aplicação do teste F e para testar
126 a significância dos tratamentos utilizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

127 Para diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por Fageria &
128 Kluthcouski (1980) e Fageria & Baligar (1993), que sugerem a classificação das cultivares
129 quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do nitrogênio (eficiência e resposta - ER). Onde
130 a utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em baixo nível. A
131 resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois
132 níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

$$133 \quad \alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

134 onde:

135 **PNN** = Produção com nível ideal de nutriente;

136 **PBN** = Produção com baixo nível do nutriente, e;

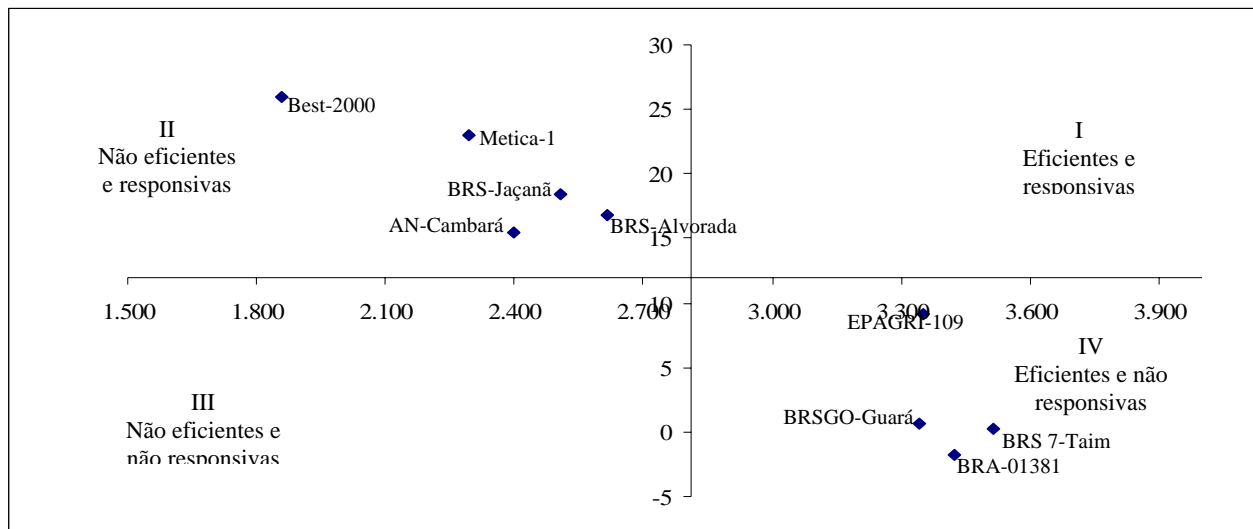
137 **DEN** = Diferença entre as doses (kg ha⁻¹).

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

144

Resultados e Discussão

145 Os resultados obtidos permitiram identificar como eficientes no uso de nitrogênio, as
146 cultivares de arroz EPAGRI-109, BRSGO-Guará, BRS 7-Taim e BRA-01381, pois estas
147 apresentaram as maiores médias de produtividades de grãos, quando cultivadas em ambientes de
148 baixo N, portanto, estão representadas no primeiro e quarto quadrante da Figura 1. Conforme
149 Singh et al. (1998) citado por Fageria et al. (2007a), o emprego de cultivares eficientes na
150 absorção e utilização de N é uma importante estratégia para aumentar a eficiência de seu uso. São
151 várias as literaturas (Fageria et al., 2007a; Freitas et al., 2001; Reis et al., 2005; Andrade et al.,
152 1992; Brown & Jones, 1997; Thakur, 1993) que relatam à existência de variabilidade genética
153 entre as cultivares de arroz quanto à capacidade de absorção e utilização de nutrientes, inclusive o
154 N. Fageria et al. (2007a) avaliaram a produtividade e eficiência de uso de nitrogênio de doze
155 genótipos de arroz irrigado e concluíram que a eficiência do uso do N varia de acordo com os
156 genótipos.



157

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

160

161 Quanto à resposta a aplicação de N, observa-se que as cultivar Best-2000, Metica-1, BRS-
162 Jaçanã, BRS-Alvorada e AN-Cambará foram classificadas como responsivas. Cultivares
163 consideradas responsivas estão representadas no primeiro e segundo quadrante da Figura 1.
164 Cultivares que apresentam alto índice de resposta, tornam-se interessantes, pois, respondem ao
165 incremento do nitrogênio quando se promove a melhoria do ambiente. Estas cultivares
166 apresentaram valor de índice de resposta acima de 15, ou seja, acresce quinze quilogramas de
167 grãos para cada quilograma de N aplicado (Tabela 1). Freitas et al. (2001) avaliando a resposta de
168 cultivares de arroz irrigado em quatro doses de nitrogênio, constataram diferenças quanto à
169 responsividade dos genótipos. Silva et al. (2007) também avaliaram a resposta de cultivares de
170 arroz irrigado a doses de N e constataram diferentes respostas a aplicação. Freitas et al. (2007)
171 avaliaram a resposta ao nitrogênio de três cultivares de arroz irrigado e constataram que existem
172 diferenças quanto à resposta à aplicação para a característica produção de grãos.

173 A metodologia utilizada não classificou nenhuma das cultivares avaliadas como eficiente
174 quanto ao uso e responsiva a aplicação de nitrogênio (primeiro quadrante da Figura 1). Fageria et
175 al. (2007b) avaliando eficiência de uso de nitrogênio em genótipos de arroz irrigado,
176 classificaram os genótipos BRSGO-Guará e BRS-Alvorada como eficientes e responsivos. Reis
177 et al. (2005) usando outra metodologia concluíram que os genótipos de arroz irrigado (Capivari e
178 Inca) mostraram-se eficientes e responsivos quanto ao uso de nitrogênio.

179 As cultivares Best-2000, Metica-1, BRS-Jaçanã, BRS-Alvorada e AN-Cambará foram
180 classificadas como não eficientes e responsivas (segundo quadrante da Figura 1), pois foram
181 cultivares que produziram abaixo da média dos genótipos sob ambiente de baixo nível de
182 nitrogênio com produção de 1857 kg ha⁻¹, 2293 kg ha⁻¹, 2508 kg.ha⁻¹, 2615 kg ha⁻¹, 2397 kg ha⁻¹,
183 respectivamente (Tabela 1). No entanto, quando cultivadas em ambiente de alto nível de N,
184 tiveram valores de índices de resposta maiores que a média geral (12,00), resultando em aumento

185 da produtividade equivalente a 2598 kg ha⁻¹, 2294 kg ha⁻¹, 1836 kg ha⁻¹, 1682 kg ha⁻¹, 1540 kg
186 ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Cultivares do grupo não eficientes e responsivas são indicadas
187 para serem utilizadas pelos produtores que dispõem de um nível tecnológico elevado. Esses
188 resultados discordam dos encontrados por Fageria et al. (2007b) que classificaram o genótipo
189 BRS-Alvorada como eficiente e responsivo. Fageria et al. (2007a) avaliaram os genótipos de
190 arroz irrigado BRS-Jaçanã e BRS-Alvorada e encontraram médias de produtividades de dois anos
191 de 3839 kg ha⁻¹ e 4723 kg ha⁻¹, respectivamente. As produtividades apresentadas em ambientes
192 de alto N pelas cultivares estão próximas da média obtida na safra de 2007/2008 no estado de
193 Tocantins que foi equivalente a 4371 kg ha⁻¹ (Seagro, 2009).

194 A metodologia utilizada não classificou nenhuma das cultivares como não eficiente
195 quanto ao uso e não responsiva a aplicação de nitrogênio para as condições avaliadas (terceiro
196 quadrante da Figura 1). Cultivares classificadas como não eficiente e não responsiva não são
197 recomendadas para serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que
198 utilizam baixo nível tecnológico.

199 No quadrante das eficientes e não responsivas estão as cultivares EPAGRI-109, BRSGO-
200 Guará, BRS 7-Taim e BRA-01381 (Figura 1), as quais produziram acima da média em ambiente
201 com baixo N, porém, tiveram os valores de índice de resposta menores que a média geral (12,00
202 como pode ser visto na Tabela 1), evidenciando a falta de resposta à melhoria do ambiente com o
203 incremento do nutriente. Cultivares do grupo eficientes e não responsivas são recomendadas para
204 o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico. Esses resultados discordam dos
205 encontrados por Fageria et al. (2007b) que classificaram o genótipo BRSGO-Guará como
206 eficiente e responsivo.

207 A produtividade média de grãos das cultivares EPAGRI-109, BRSGO-Guará, BRS 7-
208 Taim e BRA-01381 obtidas neste estudo foram de 3812 kg ha⁻¹, 3378 kg ha⁻¹, 3527 kg ha⁻¹ e 3339

209 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Segundo Seagro (2009) estes valores de produção são
210 inferiores a média estadual de produção de arroz irrigado obtida na safra de 2007/2008 que foi
211 equivalente a 4371 kg ha⁻¹. FAGERIA et al. (2007b) avaliaram o genótipo de arroz irrigado
212 BRSGO-Guará e encontraram média de produtividades de dois anos de 4828 kg ha⁻¹.

213

214

Conclusões

215 Não foram identificadas cultivares eficientes quanto ao uso de nitrogênio e responsivas à
216 sua aplicação.

217 As cultivares EPAGRI-109, BRSGO-Guará, BRS 7-Taim e BRA-01381 mostraram-se
218 eficientes quanto ao uso de nitrogênio e não responsivas à sua aplicação.

219

220

Agradecimentos

221 A Universidade Federal do Tocantins – UFT e ao CNPq, pela concessão de bolsa de
222 iniciação científica. A CAPES pela concessão de bolsa do PNPd e mestrado. A Secretaria de
223 Ciência e Tecnologia – CECT pelo apoio financeiro para execução do projeto. A Fazenda Pouso
224 Alto pela doação da área para realização dos experimentos.

225

226

Referências

227 ANDRADE, W.E.B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G.M.B.; OLIVEIRA, H. de F.
228 Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense.
229 **Lavoura Arrozeira**, v. 45, p.14-17, 1992.

230 ARIMA, Y. Uptake and accumulation of nitrogen. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII,
231 R.; ISHIHARA, K.M.; HIRATA, H. (Eds.) **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and
232 Agriculture Policy Research Center, 1995. v. 2: Physiology. p.327-343.

233 BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz: sequeiro e irrigado**. Piracicaba:
234 Potafós, 129 p. 1987. (Boletim Técnico, 9).

235 BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M., Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio
236 nas plantas. **Revista Ciência Rural**, v.30, p.365-372, 2000.

237 BORRELL, A.K.; GARSIDE, A.L.; FUKAI, S.; REID, D.J. Season and plant type affect the
238 response of rice yield to nitrogen fertilization in a semi-arid tropical environment. **Australian**
239 **Journal of Agricultural Research**, v.49, p.179-190, 1998.

240 BROWN, J.C.; JONES, W.E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**,
241 v.69, p.399-404, 1997.

242 CELMER, A.F.; BALARDIN, R.S. Danos devido a doenças foliares no arroz irrigado.
243 CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO
244 ARROZ IRRIGADO, SC., 2003, Itajaí. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003, p.326-328.

245 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional
246 de Pesquisa Arroz e Feijão. **Sistemas de Produção**. Disponível em:
247 <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/index>
248 [.htm](#)>. Acesso em: 23 de mar. 2009.

249 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado
250 para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17,
251 p.1709-1712, 1982.

252 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field**
253 **crops**. New York: Marcel Dekker, 1997. 624 p.

254 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In:
255 **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. INTSORMIL.
256 Publication n. 94-2. University of Nebraska, NE, 1993.

257 FAGERIA, N.D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e**
258 **feijão para condições adversas de solo.** Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 22p. 1980.

259 FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. dos; CUTRIM, V.A. **Eficiência de uso de nitrogênio por**
260 **genótipos de arroz irrigado.** Goiás, GO: EMBRAPA, 2007b. 4p. (Comunicado Técnico, 135).

261 FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. dos; CUTRIM, V.A. Produtividade de arroz irrigado e
262 eficiência de uso do nitrogênio influenciada pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa**
263 **Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1029-1034, 2007a.

264 FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo do nitrogênio. In: FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.;
265 SANTOS, A.B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado.** Santo Antônio de
266 Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.51-94.

267 FERRAZ JUNIOR, A.S.L.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Eficiência
268 do uso de nitrogênio para produção de grão e proteína por cultivares de arroz. **Pesquisa**
269 **Agropecuária Brasileira**, v.32, p.435-442, 1997.

270 FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.
271 (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

272 FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz.** Jaboticabal:
273 Funep, 2006. 589p.

274 FREITAS, J.G.; AZZINI, L.E.; CANTARELLA, H.; BASTOS. C.R.; CASTRO, L.H.S.M. de;
275 GALLO, P.B.; FELICIO, J.C. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia**
276 **Agrícola**, v.58, p.573-579, 2001.

277 FREITAS, J.G.; CANTARELLA, H.; SALMON, M.V.; MALAVOLTA, V.M.A.; CASTRO,
278 L.H.S.M. de; GALLO, P.B.; AZZINI, L.E. Produtividade de cultivares de arroz irrigado
279 resultante da aplicação de doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.66, p.317-325, 2007.

280 FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; AZZINI, L.E. Comportamento diferencial de linhagens
281 de arroz na absorção e utilização de nitrogênio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de**
282 **Ciência do Solo**, v.10, p.51-59, 1986.

283 RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991.343p.

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

287 SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO
288 TOCANTINS (SEAGRO). **Evolução da Produção do Arroz**. Acesso em: 30 abr. 2009.
289 Disponível em: <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>.

290 SILVA, G.B.; PRABHU, A.S. Progresso da brusone nas folhas no plantio direto e convencional
291 de arroz de terras altas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p.316-318, 2004.

292 SILVA, L.S. da; BOHNEN, H.; MARCOLIN, E.; MACEDO, V.R.M.; POCOJESKI, E. Resposta
293 a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz irrigado. **Revista Brasileira**
294 **Agrociência**, v.13, p.189-194, 2007.

295 SLATON, N.A.; CARTWRIGHT, R.D.; MENG, J.; GBUR, E.E. AND NORMAN, R.J. 2003.
296 Shet blight severity and rice yield as affected by nitrogen fertilizer rate, application method and
297 fungicide. **Agronomy Journal**. J.95: p.1489-1496, 2003.

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

300
301
302
303

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, cultivados em solos de várzea irrigada na região sudoeste do Estado de Tocantins, Lagoa da Confusão, TO, safra 2008/2009.

Cultivares	PG (kg ha ⁻¹)				
	Baixo N	Alto N	Média	Diferença de produção	Índice de Resposta
BRS-Jaçanã	2508 Bbc	4345 Aa	3426	1836	18,36
Metica-1	2293 Bbc	4588 Aa	3441	2295	22,95
Best-2000	1857 Bc	4456 Aa	3157	2599	25,99
BRSGO-Guará	3342 Aa	3414 Ab	3378	72	0,72
BRS-Alvorada	2615 Bb	4298 Aa	3457	1683	16,83
BRA-01381	3426 Aa	3253 Ab	3339	-173	-1,73
AN-Cambará	2397 Bbc	3938 Aab	3167	1541	15,41
BRS 7-Taim	3513 Aa	3542 Ab	3527	28	0,28
EPAGRI-109	3352 Ba	4271 Aa	3812	919	9,19
Média	2812	4012	3412	1200	12,00
C.V. (%)			9,15		

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

1 **CAPÍTULO V**

2
3 **EFICIÊNCIA QUANTO AO USO E RESPOSTA À APLICAÇÃO DE FÓSFORO DE**
4 **CULTIVARES DE ARROZ EM SOLOS DE TERRAS ALTAS NO SUL DO ESTADO DE**
5 **TOCANTINS, SAFRA 2008/2009**

6
7 **EFFICIENCY ON USE AND APPLICATION RESPONSE OF PHOSPHORUS IN CULTIVARS**
8 **OF RICE IN HIGH LAND IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE, HARVEST 2008/2009**

9
10 Eliane Aparecida ROTILI¹

11 Rodrigo Ribeiro FIDELIS²¹

12 Manoel Mota dos SANTOS²

13 Hélio Bandeira BARROS²

14 Gil Rodrigues dos SANTOS²

15 Dariana Byndalla Del Plata Vasconcelos Maciel³

16
17 ¹ Aluna de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins/UFT, Gurupi,
18 TO, Brasil. Bolsista da CAPES. E-mail: elianerotili@yahoo.com.br.

19 ² Professor Adjunto, Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de
20 Gurupi - Curso de Agronomia, Rua Badejós, Chácaras 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx.
21 Postal.66, CEP 77402-970 Gurupi, TO, Brasil. E-mail: fidelisrr@uft.edu.br. ¹Autor para
22 correspondência. E-mail: santosmm@uft.edu.br, barroshb@uft.edu.br, gilrsan@uft.edu.br

23 ³ Aluna do curso de Agronomia. Universidade Federal do Tocantins, (UFT), Campus
24 Universitário de Gurupi-TO. E-mail: dada_9_2@hotmail.com

25

26 EFICIÊNCIA QUANTO AO USO E RESPOSTA À APLICAÇÃO DE FÓSFORO DE
27 CULTIVARES DE ARROZ EM SOLOS DE TERRAS ALTAS NO SUL DO ESTADO DE
28 TOCANTINS, SAFRA 2008/2009

29
30 EFFICIENCY ON USE AND APPLICATION RESPONSE OF PHOSPHORUS IN CULTIVARS
31 OF RICE IN HIGH LAND IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE, HARVEST 2008/2009

32
33 **RESUMO**

34 Objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência e resposta quanto ao uso de fósforo
35 de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado de Tocantins. Os tratamentos
36 envolveram sete cultivares comerciais de arroz (BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja,
37 BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai, BRS-Primavera, e EPAGRI-114), que foram cultivadas em
38 dois ambientes distintos. Para simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram
39 utilizadas as doses 20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O delineamento experimental utilizado foi o de
40 blocos casualizados, com quatro repetições. Através da produtividade de grãos, classificou-se
41 as cultivares quanto á eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo. Não foram
42 identificadas cultivares eficientes quanto ao uso de fósforo e responsivas à sua aplicação. As
43 cultivares BRSMG-Curinga, EPAGRI-114, BRS-Caiapó, BRSMG-Conai e BRS-Sertaneja
44 mostraram-se eficiente quanto ao uso de fósforo e não responsiva a sua aplicação.

45 **Palavras-chave:** *Oryza sativa*, genótipos, estresse mineral.

46
47 **ABSTRACT**

48 This research's objective was to study the efficiency in the usage of phosphorus in rice
49 cultivars on high land in the south of Tocantins State. The experiments involved seven
50 commercial cultivars of rice (BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga,
51 BRSMG-Conai, BRS-Primavera and EPAGRI-114), which were farmed in two distinct

52 environments. In order to stimulate areas with high and low phosphorus levels, there were used
53 doses of 20 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅ respectively. The experiments were carried out in a
54 completely randomized blocks design, with four replicates. Throughout production the grain's
55 productivity was classified as efficient genotypes in respect to the application and response of
56 phosphorus. Did not identify efficient cultivars in response to the usage of phosphorus. The
57 cultivars BRSMG-Curinga, EPAGRI-114, BRS-Caiapó, BRSMG-Conai and BRS-Sertaneja
58 demonstrated efficiencies in the use of phosphorus and no responsive to its application.

59 **Index terms:** *Oryza sativa*, genotypes, mineral stress.

60

61

INTRODUÇÃO

62 O arroz é um alimento consumido mundialmente, sendo componente básico na
63 alimentação da maioria dos povos. Constitui um dos alimentos tradicionais da dieta da
64 população brasileira, sendo uma das principais fontes de energia alimentar. Dentre as culturas
65 anuais no Brasil, o arroz ocupa posição de destaque tanto sob o ponto de vista econômico
66 como social (Azambuja et al., 2004).

67 No Brasil, o arroz é produzido nos ecossistemas de várzea (34%) e de terras altas (60%)
68 sob diversos sistemas de cultivo. O de terras altas apesar de ocupar 64% da área cultivada,
69 responde por apenas 39% da produção nacional, em razão da baixa produtividade média
70 (Stone et al., 2001). No Tocantins, esta cultura faz-se presente tanto em várzea quanto em
71 terras altas distribuído em todo o Estado. Na safra 2007/2008, a produção de arroz em terras
72 altas foi de 185902 toneladas, em 103171 hectares, ficando com produtividade média de 1802
73 kg ha⁻¹ (Seagro, 2009).

74 O fósforo (P) tem sido apontado como um dos nutrientes mais limitantes ao rendimento
75 das plantas, apesar de sua relativa abundância na crosta terrestre. Dentre os macronutrientes
76 primários, o P é o de menor exigência para a cultura do arroz, porém é o de maior exportação

77 percentual no produto colhido (Crusciol et al., 2005) e o mais deficiente na maioria dos solos
78 brasileiros, devido ao baixo teor natural e a alta capacidade de fixação (Fageria, 1999).

79 As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar
80 em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo
81 aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é, pois,
82 essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (Tanguilig et al., 1987).

83 A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de fósforo é considerada uma
84 das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura do arroz (Fageria &
85 Barbosa Filho, 1982; Luca, 2002). Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram
86 exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais,
87 segundo (Fageria & Barbosa Filho, 1981; Graham et al., 1984; Hocking, 1997).

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

90

91

MATERIAL E MÉTODOS

92 Os experimentos (baixo e alto fósforo) foram realizados em terras altas, na fazenda
93 Chaparral, no município de Gurupi, situada a 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste,
94 em solo do tipo Latossolo vermelho amarelo distrófico de classe textural arenosa, na safra
95 2008/2009.

96 O preparo do solo foi realizado da forma convencional, ou seja, com duas gradagens
97 sendo uma com grade “pesada” e outra com grade niveladora. A semeadura foi realizada no dia
98 12 de dezembro de 2008, manualmente após abertura dos sulcos. A adubação de semeadura
99 foi realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A
100 análise química dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade em ambiente de alto P
101 apresentou os seguintes resultados: pH em CaCl₂ = 4,7; M.O(%) = 1,4; P (Melich) = 53,0mg
102 dm³; Ca = 3,2cmol_c dm³; Mg = 1,7cmol_c dm³; H+Al = 3,3cmol_c dm³ e K = 0,4cmol_c dm³. Porém

103 em ambiente de baixo P os resultados foram: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,8$; M.O(%) = 0,8; P (Melich) =
104 $11,1 \text{ mg dm}^3$; Ca = $2,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$; Mg = $1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$; H+Al = $3,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$ e K = $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$.

105 O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições.
106 Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento,
107 espaçadas de 0,45 m e 60 sementes por metro linear. Como área útil, foram utilizadas as duas
108 linhas centrais. ($4,5 \text{ m}^2$ de área útil). Para o estudo foram utilizadas as cultivares BRS-Bonança
109 BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai, BRS-Primavera, e EPAGRI-
110 114.

111 Para simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram utilizadas as doses 20 e
112 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 no plantio, descontado o P do solo detectado na análise química, em
113 ambientes distintos. Conforme Fageria (1991), estas duas doses contrastantes de fósforo foram
114 identificadas em experimentos anteriores, para discriminar as cultivares de arroz quanto ao uso
115 de P. O potássio foi aplicado em plantio na dosagem de 60 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto
116 de potássio. A adubação de cobertura foi realizada em duas etapas, ambas com 45 kg ha^{-1} de N
117 aplicada por ocasião do perfilhamento efetivo e diferenciação do primórdio floral.

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

120 Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000). A variável
121 produtividade de grãos foi submetida à análise de variância com aplicação do teste F e para
122 testar a significância dos tratamentos utilizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

123 Para diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por Fageria &
124 Kluthcouski (1980) e Fageria & Baligar (1993), que sugerem a classificação das cultivares
125 quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo (eficiência e resposta - ER). Onde
126 a utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em baixo nível. A
127 resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos
128 dois níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

129
$$\alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

130 onde:

131 **PNN** = Produção com nível ideal de nutriente;

132 **PBN** = Produção com baixo nível do nutriente, e;

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

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

141

142 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

143 Os resultados obtidos permitiram identificar como eficiente no uso de fósforo, as
144 cultivares BRSMG-Curinga, EPAGRI-114, BRS-Caiapó, BRSMG-Conai e BRS-Sertaneja, pois
145 estas apresentaram as maiores médias de produtividades de grãos quando cultivadas em
146 ambientes de baixo P, portanto estão representadas no primeiro e quarto quadrante da Figura
147 1. A eficiência dessas cultivares, em relação as demais, na absorção e utilização de P na
148 produção de grãos, permite inferir que os processos associados a absorção, translocação,
149 assimilação e redistribuição de P são mais eficientes do que nas demais cultivares. Segundo
150 Clark & Brown (1974) citado por Matias (2006), plantas eficientes na absorção de P, são
151 aquelas que acumulam maiores quantidades do elemento quando cultivado em baixo nível de
152 P.

153 Quanto à resposta a aplicação de P, os maiores índices foram obtidos pelas cultivares
154 BRS-Bonança e BRS-Primavera e estão representadas no primeiro e segundo quadrante da

155 Figura 1. Cultivares que apresentam alto índice de resposta torna-se interessantes, pois,
156 respondem ao incremento do fósforo quando se promove a melhoria do ambiente. Estas
157 cultivares apresentaram valores de índice de resposta acima de 4 ou seja, acresce quatro
158 quilogramas de grãos para cada quilograma de P aplicado (Tabela 1).

159 Com base na metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980) não foi possível
160 classificar nenhuma das cultivares avaliadas como eficiente quanto ao uso e responsiva a
161 aplicação de fósforo (primeiro quadrante da Figura 1). Cultivares consideradas eficientes e
162 responsivas são recomendadas para cultivo em propriedades que adotam desde baixo, médio a
163 alto nível tecnológico (insumos), pois além de produzir razoavelmente bem em ambientes
164 desfavorável, respondem à melhoria do ambiente, com o incremento de adubo.

165 As cultivares BRS-Bonança e BRS-Primavera foram classificadas como não eficientes e
166 responsivas (segundo quadrante da Figura 1), pois foram cultivares que produziram abaixo da
167 média dos genótipos sob ambiente de baixo nível de fósforo com produção de 328 kg ha⁻¹ e 427
168 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). No entanto, quando cultivadas em ambiente de alto nível
169 de P, tiveram valores de índices de resposta maiores que a média geral (-1,80) com índices de
170 7,37 e 4,77 respectivamente, resultando num aumento da produtividade equivalente a 737 kg
171 ha⁻¹ e 477 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Cultivares do grupo não eficientes e responsivas
172 são indicadas para serem utilizadas pelos produtores que dispõem de um nível tecnológico
173 elevado. Esses resultados corroboram com os de Matias (2006), que também classificou as
174 cultivares BRS-Bonança e BRS-Primavera como não eficientes quanto ao uso e responsivas a
175 aplicação de fósforo.

176 A metodologia proposta não classificou nenhuma das cultivares como não eficiente
177 quanto ao uso e não responsiva a aplicação de fósforo (terceiro quadrante da Figura 1).
178 Cultivares classificadas como não eficiente e não responsiva não são recomendadas para
179 serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que utilizam baixo nível
180 tecnológico.

181 No quadrante das eficientes e não responsivas estão as cultivares BRSMG-Curinga,
182 EPAGRI-114, BRS-Caiapó, BRSMG-Conai e BRS-Sertaneja (Figura 1), as quais produziram
183 acima da média em ambiente com baixo N, porém, tiveram os valores de índice de resposta
184 menores que a média geral (Tabela 1), evidenciando a falta de resposta à melhoria do ambiente
185 com o incremento do nutriente. Cultivares do grupo eficientes e não responsivas são
186 recomendadas para o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico. Esses
187 resultados discordam dos encontrados por Matias (2006), que classificou em seu estudo a
188 cultivar BRSMG-Curinga como eficiente e responsiva a aplicação de fósforo, mas assemelham-
189 se na classificação da cultivar BRS-Caiapó, que também foi classificada como eficientes e não
190 responsiva.

191 As médias de produtividade de grãos das cultivares em ambientes de baixo e alto P
192 foram de 946 kg ha⁻¹ e 766 kg ha⁻¹, respectivamente. De acordo com Seagro (2009), estes
193 valores de produção de arroz de terras altas são inferiores a média estadual obtida na safra
194 2007/2008 (1802 kg ha⁻¹). Já Guimarães et al. (2007) avaliando a campo 51 linhagens de arroz
195 em condições de baixo e alto P, obtiveram produtividade média de 478 kg ha⁻¹ e 1619 kg ha⁻¹,
196 respectivamente. Crusciol et al. (1999) citado por Crusciol et al. (2003), relataram em seu
197 estudo que as diferenças observadas na literatura quanto à absorção e utilização de nutrientes
198 estão relacionadas às diferenças existentes entre as cultivares utilizadas.

199

200

CONCLUSÕES

201 Não foram identificadas cultivares eficientes quanto ao uso de fósforo e responsivas à
202 sua aplicação.

203 As cultivares BRSMG-Curinga, EPAGRI-114, BRS-Caiapó, BRSMG-Conai e BRS-
204 Sertaneja mostraram-se eficiente quanto ao uso de fósforo e não responsiva a sua aplicação.

205

206

207

AGRADECIMENTOS

208 A Universidade Federal do Tocantins – UFT e ao CNPq, pela concessão de bolsa de
209 iniciação científica. A CAPES pela concessão de bolsa do PNPd e mestrado. A Secretaria de
210 Ciência e Tecnologia – CECT pelo apoio financeiro para execução do projeto. A Fazenda
211 Chaparral pela doação da área para realização dos experimentos.

212

213

REFERÊNCIAS

214

- 215 1. AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI Jr., F.J.; MAGALHÃES Jr., A.M. Aspectos socioeconômicos
216 da produção do arroz. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES Jr., A. M. de (Eds técnicos).
217 **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 899p.
- 218 2. CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, R.A.F.
219 Absorção, exportação e eficiência de utilização de nutrientes pela cultura do arroz de terras
220 altas em função de lâmina de água aplicadas por aspersão. **Acta Scientiarum: Agronomy**,
221 v.25, n.1, p.97-102, 2003.
- 222 3. CRUSCIOL, C.A.C.; MAUAD, M.; CASSIA, R.; ALVAREZ, F.; LIMA, E.V.; TIRITAN, C.S.
223 Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**,
224 v.64, n.4, p.643-649, 2005.
- 225 4. FAGERIA, N.K. Adubação e calagem. In: VIERIA, N.R.A.; SANTOS, A.B.; SANT'ANA, E.P.
226 (Ed). **A cultura do arroz no Brasil**, Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1999.
227 p.329-353
- 228 5. FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz em função de sua
229 tolerância ao baixo nível de fósforo disponível do solo. **Revista Brasileira de Ciência do**
230 **Solo**, v.6, n.2, p.146-151, 1982.

- 231 6. FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In:
232 **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. INTSORMIL.
233 Publication n. 94-2. University of Nebraska, NE, 1993.
- 234 7. FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior
235 eficiência na absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.6, p.777-
236 782, 1981.
- 237 8. FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz a fertilizante fosfatado em Latossolo
238 Vermelho Escuro do Brasil Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.63-67,
239 1991.
- 240 9. FAGERIA, N.D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e**
241 **feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 1980. 22p.
242 Disponível em:
243 <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPAF/1832/1/circ_8.pdf> Acesso em:
244 02 abr. 2009.
- 245 10. FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA,
246 2000. **(SISVAR 4. 1. pacote computacional)**.
- 247 11. GRAHAM, R.D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: TINKER, P.B.;
248 LAUCHI, A. **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger, 1984.p.57-102.
- 249 12. GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; NEVES, P.C.F. Resposta fenotípica de arroz de terras
250 altas ao estresse de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**
251 **Ambiental**, v.11, p.578-584, 2007.
- 252 13. HOCKING, P.J.; KEERTHISINGHE, G.; SMITHH, F.W.; RANDALL,P.J. Comparison of the
253 ability of different crop species to acess poorly-avaiilable soil phosphorus. In: TANDO et al.
254 **Plant Nutrition – for sustainable food production and environment**. Kluwer Academic
255 Publishers. p.305-08, 1997.

- 256 14. LUCA, E.F.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; CHITOLINA, J.C. Eficiência de absorção de
257 fósforo (P) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia Agrícola**, v.59, n.3, p.543-547, 2002.
- 258 15. MATIAS, G.C.S. **Eficiência nutricional de fontes de fósforo com solubilidade variável**
259 **em água em cultivares de arroz (*Oryza sativa L.*)**. 2006. 93p. Dissertação (Mestrado em
260 Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- 261 16. SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO
262 TOCANTINS (SEAGRO). **Evolução da Produção do Arroz**. Disponível em:
263 <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>. Acesso em 30 abr. 2009.
- 264 17. STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; RABELO, R.R.; BIAVA, M. **Arroz: O produtor pergunta,**
265 **a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão: Embrapa informação tecnológica,
266 2001, 232p.
- 267 18. TANGUILIG, V.C.; YAMBAO, E.B.; O' TOOLE, J.C.; DATTA, S.K. Water stress effects on
268 leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and
269 soybean. **Plant Soil**, v.103, n.1, p.155-168, 1987.

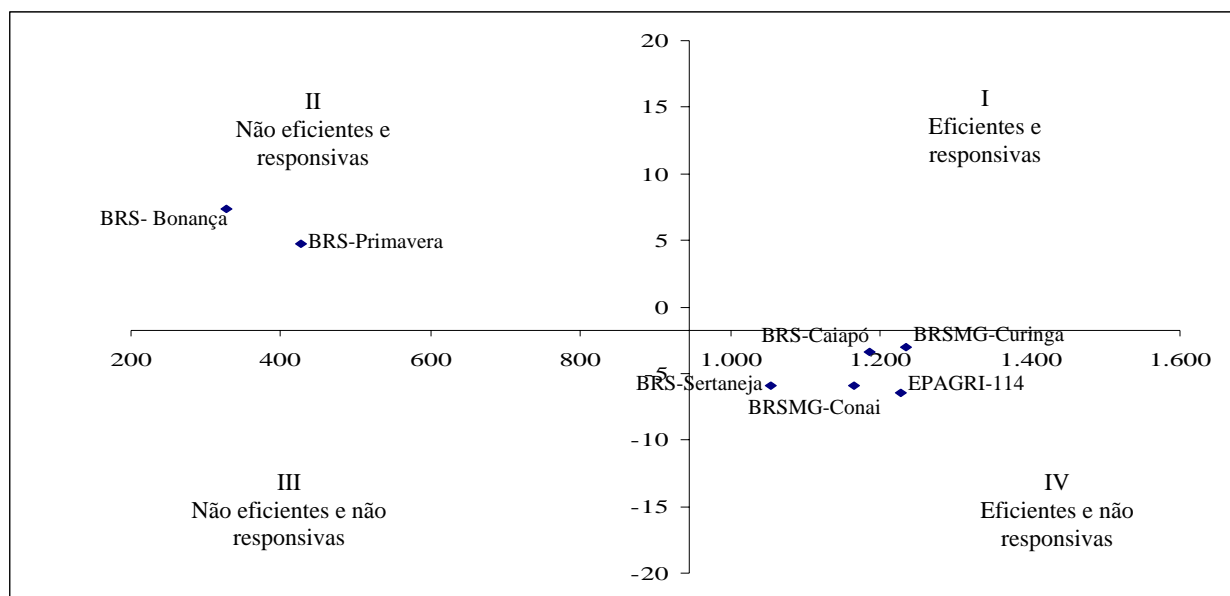
270

271

272

273

274



275
 276 FIGURA 1 - Eficiência no uso e resposta a aplicação de fósforo em cultivares de arroz, pela
 277 metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980).

278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291

292 TABELA 1 - Média da característica produtividade de grãos (PG), com baixa e alta dose de P
 293 (20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente) para cultivares de arroz, cultivado em
 294 terras altas na região sul do Estado de Tocantins, Gurupi, TO, safra 2008/2009

Cultivares	PG (kg ha ⁻¹)				
	Baixo P	Alto P	Média	Diferença de produção	Índice de Resposta
BRS-Bonança	328 Bc	1064 Aa	696	737	7,37
BRS-Caiapó	1186 Ab	846 Bb	1016	-340	-3,40
BRS-Sertaneja	1054 Ab	462 Bc	758	-592	-5,92
BRSMG-Curinga	1234 Aa	928 Bab	1081	-305	-3,05
BRSMG-Conai	1166 Aab	578 Bc	872	-588	-5,88
BRS-Primavera	427 Bc	904 Ab	665	477	4,77
EPAGRI-114	1228 Aa	581 Bc	904	-646	-6,46
Média	946	766	856	-180	-1,80
C.V. (%)	9,14				

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

295
 296
 297
 298
 299
 300

CAPÍTULO VI

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 2008/2009

Eliane Aparecida Rotili¹

Rodrigo Ribeiro Fidelis²

Manoel Mota dos Santos²

Hélio Bandeira Barros²

Renato de Almeida Sarmiento²

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 sete cultivares comerciais de arroz (BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai, BRS-Primavera, e EPAGRI-114), que foram cultivados 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 N, respectivamente. O delineamento experimental

¹ Engenheira Agrônoma, mestranda em produção vegetal pela Universidade Federal do Tocantins, (UFT), Campus Universitário de Gurupi - Rua Badejos, Chácaras 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx. Postal 66, CEP: 77402-970, Gurupi, TO – elianerotili@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, DSc., Prof. Adjunto da Universidade Federal do Tocantins, (UFT), Campus Universitário de Gurupi-TO, Rua Badejós, Chácaras 69 e 72 Lt. 07, Zona rural – Cx. Postal 66, CEP: 77402-970, Gurupi, TO. fidelisrr@uft.edu.br; santosmm@uft.edu.br; barroshb@uft.edu.br; rsarmiento@uft.edu.br.

21 utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Através da produtividade de grãos,
22 classificou-se as cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação de nitrogênio. As
23 cultivares BRSMG-Curinga e BRSMG-Conai mostraram-se eficientes quanto ao uso de
24 nitrogênio e responsivas a sua aplicação.

25 **Termos para indexação:** *Oryza sativa*; genótipos, estresse mineral, sequeiro.

26

27 **EFFICIENCY ON USE AND APPLICATION RESPONSE OF NITROGEN IN**
28 **CULTIVARS OF RICE IN HIGH LAND IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE,**
29 **HARVEST 2008/2009**

30

31 **ABSTRACT**

32 This research's objective was to study the efficiency in the usage of nitrogen in rice
33 cultivars on high land in the south of Tocantins State. The experiments involved seven
34 commercial cultivars of rice (BRS-Bonança BRS-Caiapó, BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga,
35 BRSMG-Conai, BRS-Primavera and EPAGRI-114), which were farmed in two distinct
36 environments. In order to stimulate areas with high and low nitrogen levels, there were used
37 doses of 20 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅ respectively. The experiments were carried out in a
38 completely randomized blocks design, with four replicates. Throughout production the grain's
39 productivity was classified as efficient cultivars in respect to the application and response of
40 nitrogen. The cultivars BRSMG-Curinga, and BRSMG-Conai demonstrated efficiencies in the
41 use of nitrogen and responsive to its application.

42 **Index terms:** *Oryza sativa*, genotypes, mineral stress, upland.

43

44

INTRODUÇÃO

45
46 O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de maior importância social e econômica para
47 o mundo, servindo de alimento para dois terços da população do planeta, fornecendo
48 aproximadamente 20% da energia e 15% da proteína per capita necessárias ao homem. A Ásia
49 ocupa a primeira posição mundial em consumo e produção mundiais enquanto a América do Sul
50 fica em segunda posição na produção e terceira posição em consumo (Azambuja et al., 2004).

51 O Brasil é o país que apresenta a maior área cultivada com arroz de terras altas e a maior
52 parte dessa área está concentrada no cerrado. Apesar de representar 65% da área cultivada, o
53 arroz de terras altas responde por apenas 39% da produção nacional (Stone et al., 2001;
54 Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006).

55 No Tocantins, esta cultura faz-se presente tanto em várzea quanto em terras altas
56 distribuído em todo o Estado. Na safra 2007/2008, a produção de arroz em terras altas foi de
57 185902 toneladas, em 103171 hectares, ficando com produtividade média de 1802 kg ha⁻¹
58 (Seagro, 2009). O cultivo do arroz de terras altas é distribuído em todo o estado, enquanto o
59 irrigado está concentrado nas regiões Centro-Oeste e, principalmente, Sudoeste, abrangendo os
60 municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium (Embrapa,
61 2009).

62 A planta de arroz é bastante exigente em nutrientes, sendo necessário que eles estejam
63 prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade. Depois do
64 potássio, o nitrogênio (N) é o nutriente que a planta de arroz mais acumula.

65 O nitrogênio é componente da clorofila e seus efeitos na fisiologia das plantas, como o
66 aumento do número de perfilhos, número de panículas, número de grãos e tamanho dos grãos,
67 refletem no aumento de produtividade. No entanto, para obter respostas positivas quanto à
68 aplicação de nitrogênio, deve-se levar em consideração práticas de manejo apropriadas e o uso de

69 cultivares mais eficientes na absorção e utilização de N. Com isso, o manejo adequado da
70 adubação nitrogenada aumenta a sua eficiência de utilização e a preservação do meio ambiente
71 (Meira et al., 2005).

72 Inadequações quanto à dosagem e época de aplicação do N, além de reduzir a produção,
73 aumentam a incidência de doenças nas culturas (Fageria et al., 1997). A influência do N sobre a
74 brusone varia de acordo com a quantidade, a forma disponível e a suscetibilidade da planta
75 (Huber & Watson, 1974). Tanto a brusone nas folhas, quanto nas panículas, aumenta com o
76 aumento dos níveis de N, diminuindo a produtividade do arroz (Silva & Prabhu, 2004).

77 A eficiência de recuperação de N pode ser aumentada com a adoção de práticas de manejo
78 apropriadas, como o uso de dose adequada e aplicação na época apropriada, de acordo com
79 resultados de pesquisa e com a necessidade da cultura (Fageria et al., 2003).

80 Alguns estudos têm mostrado a existência de diferenças genotípicas na eficiência de
81 absorção de nitrogênio em arroz (Furlani et al., 1986; Ferraz Junior et al., 1997; Singh et al.,
82 1998). Furlani et al. (1986) verificaram em solução nutritiva, eficiências similares na absorção de
83 N entre linhagens de arroz de sequeiro e irrigado, com base na quantidade de N acumulado.
84 Ferraz Junior et al. (1997) observaram maior eficiência de absorção de N para produção de grãos
85 em cultivares melhoradas, de irrigação ou sequeiro, em relação a um grupo de variedades locais
86 de sequeiro, tradicionalmente cultivadas na região. Por outro lado, foi observada a existência de
87 algumas variedades locais cuja eficiência de absorção não diferiu significativamente das
88 cultivares melhoradas de melhor desempenho.

89 A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio é considerada
90 uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura do arroz (Fageria
91 & Barbosa Filho, 1982) e aumentar a produtividade de grãos através da maior resposta a esse
92 nutriente (Andrade et al., 1992; Borrell et al., 1998; Sharma & Sharma, 1999). Isto porque os

93 genótipos de uma mesma espécie mostram exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas
94 para os estresses de nutrientes essenciais (Brown & Jones, 1997; Fageria & Barbosa Filho 1981,
95 1982).

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

98

99

MATERIAL E MÉTODOS

100 Os experimentos (baixo e alto nitrogênio) foram realizados em terras altas, na fazenda
101 Chaparral, no município de Gurupi, situada a 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste,
102 em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de classe textural arenosa, na safra
103 2008/2009.

104 O preparo do solo foi realizado da forma convencional, ou seja, com duas gradagens
105 sendo uma com grade “pesada” e outra com grade niveladora. A semeadura foi realizada no dia
106 12 de dezembro de 2008, manualmente nos sulcos. A adubação de semeadura foi realizada no
107 sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo. A análise química
108 dos solos na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes resultados: pH em
109 $\text{CaCl}_2 = 4,6$; $\text{M.O}(\%) = 1,1$; $\text{P}(\text{Melich}) = 80,0\text{mg}/\text{dm}^3$; $\text{Ca} = 3,6\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; $\text{Mg} = 0,4\text{cmol}_c/\text{dm}^3$;
110 $\text{H}+\text{Al} = 3,3\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; $\text{K} = 0,2\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

111 O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições.
112 Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas
113 de 0,45 m e 60 sementes por metro linear. Como área útil foram utilizadas as duas linhas centrais.
114 ($4,5\text{m}^2$ de área útil). Para o estudo foram utilizadas as cultivares BRS-Bonança BRS-Caiapó,
115 BRS-Sertaneja, BRSMG-Curinga, BRSMG-Conai, BRS-Primavera, e EPAGRI-114.

116 Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizadas as doses 20
117 e 120 kg ha⁻¹ N em cobertura na forma de uréia, respectivamente, em duas etapas, sendo metade
118 do adubo aplicado por ocasião do perfilhamento efetivo e a outra metade na fase de diferenciação
119 do primórdio floral. Estas duas doses contrastantes de nitrogênio foram identificadas em
120 experimentos anteriores por Fageria & Stone (2003), para discriminar as cultivares de arroz
121 quanto ao uso de nitrogênio.

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

124 Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000). A variável
125 produtividade de grãos foi submetida à análise de variância com aplicação do teste F e para testar
126 a significância dos tratamentos utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

127 Para diferenciação das cultivares foi utilizada a metodologia proposta por Fageria &
128 Kluthcouski (1980) e Fageria & Baligar (1993), que sugerem a classificação das cultivares
129 quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do nitrogênio (eficiência e resposta - ER). Onde
130 a utilização do nutriente é definida pela média de produtividade de grãos em baixo nível. A
131 resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois
132 níveis dividida pela diferença entre as doses utilizando a seguinte fórmula:

$$133 \quad \alpha = (\text{PNN} - \text{PBN})/\text{DEN},$$

134 onde:

135 **PNN** = Produção com nível ideal de nutriente;

136 **PBN** = Produção com baixo nível do nutriente, e;

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

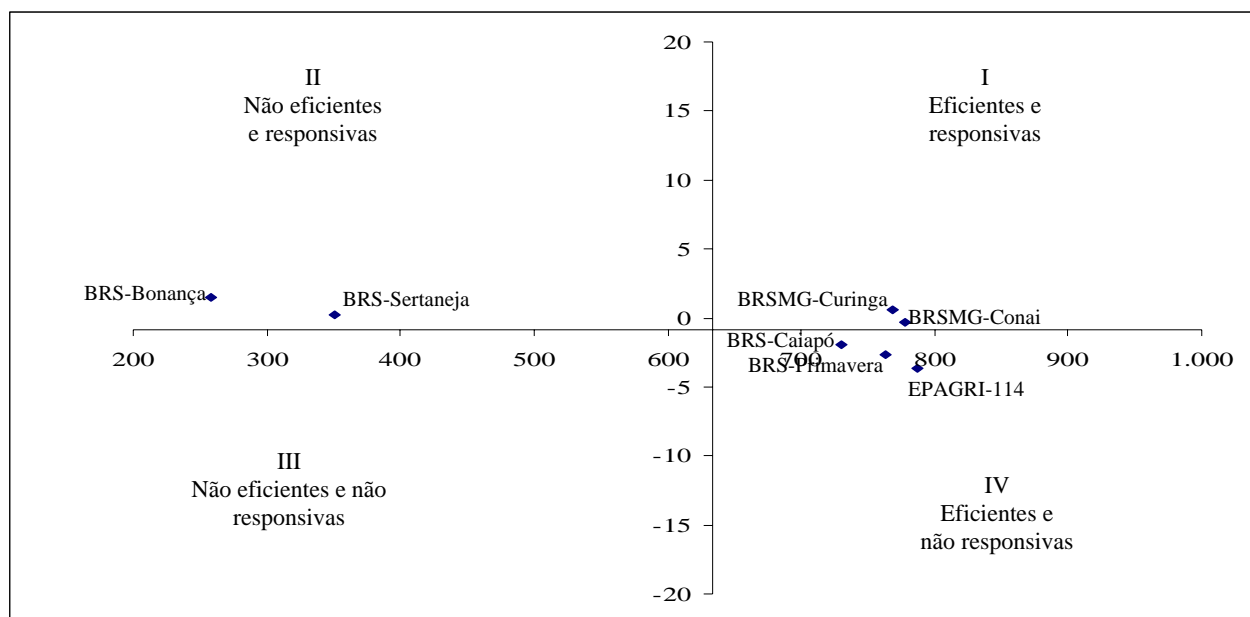
138 Foi utilizada uma representação gráfica no plano cartesiano para classificar as cultivares.
139 No eixo das abscissas (y), encontra-se a eficiência na utilização do nitrogênio e no eixo das

140 ordenadas (x), a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a
141 resposta média das cultivares. No primeiro quadrante é representado as cultivares eficientes e
142 responsivas (ER); no segundo, as não eficientes e responsivas (NER); no terceiro, as não
143 eficientes e não responsivas (NENR) e no quarto, as eficientes e não responsivas (ENR).

144

145 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

146 Com base na metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980), específica para
147 estresse mineral, identificou-se como eficiente no uso de nitrogênio as cultivares de arroz
148 EPAGRI-114, BRSMG-Conai, BRSMG-Curinga, BRS-Primavera e BRS-Caiapó, pois estas
149 apresentaram as maiores médias de produtividades de grãos, quando cultivadas em ambientes de
150 baixo nitrogênio, portanto, estão representadas no primeiro e quarto quadrante da Figura 1.
151 Conforme Singh et al. (1998) citado por Fageria et al. (2007), o emprego de cultivares eficientes
152 na absorção e utilização de N é uma importante estratégia para aumentar a eficiência de seu uso.
153 Vários estudos indicam variabilidade genética entre cultivares quanto à capacidade de absorção e
154 utilização de nutrientes, inclusive o nitrogênio (Fageria, et al., 2007; Freitas et al., 2001; Reis et
155 al., 2005; Andrade et al., 1992; Brown & Jones, 1997; Thakur, 1993). Fageria et al. (2007)
156 avaliaram a produtividade e a eficiência de uso de nitrogênio de 12 genótipos de arroz irrigado e
157 concluíram que a eficiência do uso do N varia de acordo com os genótipos.



158
 159 **Figura 1.** Eficiência no uso e resposta a aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz, pela
 160 metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

161 Quanto à resposta a aplicação de nitrogênio, observa-se as cultivares BRS-Bonança,
 162 BRSMG-Curinga, BRS-Sertaneja e BRSMG-Conai foram classificadas como responsivas pela
 163 metodologia utilizada. Entretanto, somente as três primeiras apresentaram valores de índice de
 164 estresse positivo (1,47, 0,55 e 0,20 quilogramas de grãos por quilograma de N aplicado,
 165 respectivamente), ou seja, apresentaram aumento na produtividade de grãos com o incremento do
 166 adubo, conforme pode ser visto na Tabela 1. Cultivares consideradas responsivas são
 167 representadas no primeiro e segundo quadrante da Figura 1. Freitas et al. (2001) avaliando a
 168 resposta de cultivares de arroz irrigado em quatro doses de nitrogênio, constataram diferenças
 169 quanto à responsividade dos genótipos. Silva et al. (2007) também avaliaram a resposta de
 170 cultivares de arroz irrigado a doses de N e constataram diferentes respostas a aplicação. Freitas et
 171 al. (2007) avaliaram a resposta ao nitrogênio de três cultivares de arroz irrigado e constataram
 172 que existem diferenças quanto a resposta à aplicação para a característica produção de grãos que
 173 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 2008/2009

Cultivares	PG (kg ha ⁻¹)				
	Baixo N	Alto N	Média	Diferença de produção	Índice de Resposta
BRS-Bonança	258 Bb	405 Acd	332	147	1,47
BRS-Caiapó	730 Aa	541 Bb	635	-190	-1,90
BRS-Sertaneja	351 Ab	372 Ad	361	20	0,20
BRSMG-Curinga	768 Aa	824 Aa	796	55	0,55
BRSMG-Conai	779 Aa	749 Aa	764	-30	-0,30
BRS-Primavera	764 Aa	498 Bbc	631	-266	-2,66
EPAGRI-114	788 Aa	418 Bcd	603	-370	-3,70
Média	634	544	589	-90	-0,90
C.V. (%)	9,42				

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

174
 175 A metodologia utilizada classificou as cultivares BRSMG-Conai e BRSMG-Curinga
 176 como eficientes quanto ao uso e responsivas a aplicação de nitrogênio (primeiro quadrante da
 177 Figura 1), pois apresentaram média de produtividade de grãos acima da média geral em ambiente
 178 de baixo e alto N e apresentaram valores de índices de resposta acima da média, conforme pode
 179 ser visto na Tabela 1. Cultivares eficientes e responsivas são recomendada para cultivo em

180 propriedades que adotam desde baixo, médio a alto nível tecnológico (insumos), pois além de
181 produzir em ambientes desfavorável (baixo N), respondem à melhoria do ambiente, com o
182 incremento de adubo (alto N). São escassos trabalhos na literatura com a mesma metodologia
183 envolvendo genótipos de arroz cultivados em sistema de terras altas consideradas eficientes e
184 responsivas quanto ao uso de nitrogênio. Reis et al. (2005) usando outra metodologia concluíram
185 que os genótipos de arroz irrigado (Capivari e Inca) mostraram-se eficientes e responsivos quanto
186 ao uso de nitrogênio.

187 As cultivares BRS-Bonança e BRS-Sertaneja foram classificadas como não eficientes e
188 responsivas (Figura 1), pois foram cultivares que produziram abaixo da média dos genótipos sob
189 ambiente de baixo nível de nitrogênio com uma produção de 258 kg ha⁻¹ e 351 kg ha⁻¹,
190 respectivamente (Tabela 1). No entanto, quando cultivadas em ambiente de alto nível de N,
191 tiveram valores de índices de resposta maiores que a média geral (-0,90) com índices de 1,47 e
192 0,20, respectivamente, resultando num aumento da produtividade equivalente de 147 kg.ha⁻¹ e 20
193 kg ha⁻¹, respectivamente. Cultivares do grupo não eficientes e responsivas são indicadas para
194 serem utilizadas pelos produtores que dispõem de um nível tecnológico elevado. Estas
195 produtividades encontram-se abaixo da média obtida na safra de 2007/2008 no estado de
196 Tocantins, que foi equivalente a 1802 kg ha⁻¹ (Seagro, 2009).

197 A metodologia utilizada não classificou nenhuma das cultivares avaliadas como não
198 eficiente quanto ao uso e não responsiva a aplicação de nitrogênio (terceiro quadrante da Figura
199 1). Cultivares classificadas como não eficiente e não responsiva não são recomendadas para
200 serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que utilizam baixo nível
201 tecnológico.

202 No quadrante das eficientes e não responsivas estão as cultivares EPAGRI-114, BRS-
203 Primavera e BRS-Caiapó (Figura 1), as quais produziram acima da média em ambiente com

204 baixo N, porém tiveram os valores de índice de resposta menores que a média geral (Tabela 1),
205 evidenciando a falta de resposta à melhoria do ambiente com o incremento do nutriente.
206 Cultivares do grupo eficientes e não responsivas são recomendadas para o cultivo em
207 propriedades que adotam baixo nível tecnológico.

208 A produtividade média de grãos das cultivares BRS-Caipó, BRS-Primavera e EPAGRI-
209 114 obtidas neste estudo foram de 635 kg ha⁻¹, 631 kg ha⁻¹ e 603 kg ha⁻¹ respectivamente (Tabela
210 1). Conforme Seagro (2009), estes valores de produção são inferiores a média estadual de
211 produção de arroz terras altas obtida na safra de 2007/2008 que foi equivalente a 1802 kg ha⁻¹.
212 Moura Neto (2002), avaliando as cultivares BRS-Caipó e BRS-Primavera na região de Santa
213 Helena de Goiás, encontrou na safra 1998/99 a produtividades de 4460 kg ha⁻¹ e 2736 kg ha⁻¹,
214 respectivamente.

215

216

CONCLUSÕES

217 As cultivares BRSMG-Curinga e BRSMG-Conai mostraram-se eficientes quanto ao uso
218 de nitrogênio e responsivas a sua aplicação.

219

220

AGRADECIMENTOS

221 A Universidade Federal do Tocantins – UFT e ao CNPq, pela concessão de bolsa de
222 iniciação científica. A CAPES pela concessão de bolsa do PNPd e mestrado. A Secretaria de
223 Ciência e Tecnologia – CECT pelo apoio financeiro para execução do projeto. A Fazenda
224 Chaparral pela doação da área para realização dos experimentos.

225

226

227

228

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

229 ANDRADE, W.E.B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G.M.B.; OLIVEIRA, H. de F.
230 Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense.
231 **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.45, p.14-17, 1992.

232

233 AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI JÚNIOR, F.J.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. Aspectos
234 sócio-econômicos da produção do arroz. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M.
235 **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa. Informação Tecnológica, 2004. 899p.

236

237 BORRELL, A.K.; GARSIDE, A.L.; FUKAI, S.; REID, D.J. Season and plant type affect the
238 response of rice yield to nitrogen fertilization in a semi-arid tropical environment. **Australian**
239 **Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.49, p.179-190, 1998.

240

241 BROWN, J.C.; JONES, W.E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**,
242 Madison, v.69, p.399-404, 1997.

243

244 EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Sistemas de Produção**. Disponível em:
245 <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/index](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/index.htm)
246 [.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/index.htm)>. Acesso em: 23 de mar. 2009.

247

248 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In:
249 **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. INTSORMIL.
250 Publication, n. 94-2. University of Nebraska, NE, 1993.

251

252 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para a maior
253 eficiência de absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.16, n.6, p.772-
254 782, 1981.

255

256 FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado
257 para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,
258 v.17, n.12, p.1709-1712, 1982.

259

260 FAGERIA, N.D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e**
261 **feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 22p, 1980. Disponível
262 em: <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPAP/1832/1/circ_8.pdf>. Acesso em:
263 02 abr. 2009.

264

- 265 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field**
266 **crops**. New York: Marcel Dekker, 1997. 2ed. 624 p.
267
- 268 FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo do nitrogênio. In: FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.;
269 SANTOS, A.B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de
270 Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p.51-94.
271
- 272 FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o**
273 **arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 250p.
274
- 275 FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. dos; CUTRIM, V.A. Produtividade de arroz irrigado e
276 eficiência de uso do nitrogênio influenciada pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa**
277 **Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.7, p.1029-1034, jul. 2007. Disponível em:
278 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2007000700016&lng=pt&nr=isoISSN0100-204X>. Acesso em: 20 de mar. 2009.
279
280
- 281 FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal:
282 Funep, 2006. 589p.
283
- 284 FERRAZ JUNIOR, A.S.L.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Eficiência
285 do uso de nitrogênio para produção de grão e proteína por cultivares de arroz. **Pesquisa**
286 **Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.435-442, abr. 1997. Disponível em:
287 <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/FrAnual>>. Acesso em: 25 mar. 2009.
288
- 289 FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.
290 **(SISVAR 4. 1. pacote computacional)**.
291
- 292 FREITAS, J.G.; CANTARELLA, H.; SALMON, M.V.; MALAVOLTA, V.M.A.; CASTRO,
293 L.H.S.M. de; GALLO, P.B.; AZZINI, L.E. Produtividade de cultivares de arroz irrigado
294 resultante da aplicação de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.317-325, 2007.
295 Disponível em: <www.scielo.br/pdf/brag/v66n2/16.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.
296
- 297 FREITAS, J.G.; AZZINI, L.E.; CANTARELLA, H.; BASTOS, C.R.; CASTRO, L.H.S.M. de;
298 GALLO, P.B.; FELICIO, J.C. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia**
299 **Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p573-579, jul-set., 2001. Disponível em:
300 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01039016200100000021>. Acesso
301 em: 15 de mar. 2009.
302

- 303 FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; AZZINI, L.E. Comportamento diferencial de linhagens
304 de arroz na absorção e utilização de nitrogênio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de**
305 **Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.2, p.51-59, 1986.
306
- 307 HUBER, D.M.; WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of**
308 **Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, p.139-165, 1974.
309
- 310 MEIRA, F. de A.; BUZETTI, S.; FREITAS, J.G. de; ARF, O.; SÁ, M.E. de. Resposta de dois
311 cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. **Acta**
312 **Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.27, n.1, p.91-95, jan.-march, 2005.
313
- 314 MOURA NETO, F.P. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e
315 convencional. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.904-910, set.-out., 2002.
316 Disponível em: <www.editora.ufla.br/revista/26_5/art04>. Acesso em: 15 de mar. 2009.
317
- 318 REIS, M.S.; SOARES, A.A.; SOARES, P.C.; CORNÉLIO, V.M. de. Absorção de N, P, K, Ca,
319 Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação nitrogenada. **Revista Ciência e**
320 **Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.707-713, jul./ago.2005. Disponível em:
321 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542005000400001&lng=en&n](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542005000400001&lng=en&nrm=iso)
322 [rm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542005000400001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 02 de abr. 2009.
323
- 324 SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO
325 TOCANTINS. (SEAGRO). **Evolução da Produção do Arroz**. Disponível em:
326 <<http://central2.to.gov.br/arquivo/14/100>>. Acesso em: 30 abr. 2009.
327
- 328 SHARMA, D.K.; SHARMA, D.R. Sustainable use of poor quality water with proper scheduling
329 of irrigation and nitrogen levels for a rice crop. **Water Science and Tecnology**, Madison, v. 40,
330 p.111-114, 1999.
331
- 332 SILVA, G.B.; PRABHU, A.S. Progresso da brusone nas folhas no plantio direto e convencional
333 de arroz de terras altas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.316-318, maio-jun 2004.
334 Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582004000300014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
335 [41582004000300014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582004000300014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 20 de abr. 2009.
336
- 337 SILVA, L.S. da; BOHNEN, H.; MARCOLIN, E.; MACEDO, V.R.M.; POCOJESKI, E. Resposta
338 a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz irrigado. **Revista Brasileira**
339 **Agrociência**, Pelotas, v.13, p.189-194, abr.-jun. 2007. Disponível em:
340 <<http://www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v13n2/artigo08.pdf>>. Acesso em: 15 de mar. 2009.
341

- 342 SINGH, U.; LADHA, J.K.; CASTILLO, E.G.; PUNZALAN, G.; TIROL-PADRE, A.;
343 DUQUEZA, M. Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium- and long-duration
344 rice. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.58, p.35-53, 1998.
345
- 346 STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; RABELO, R.R.; BIAVA, M. **Arroz: O produtor pergunta,**
347 **a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa Arroz e Feijão: Embrapa informação tecnológica,
348 2001. 232p.
349
- 350 THAKUR, R.B. Performance of summer rice to varying levels of nitrogen. **Indian Journal**
351 **Agronomy**, New Delhi, v.38, n.2, p.187-190, june, 1993.
352

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)