

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

EFICIÊNCIA DO USO DE NITROGÊNIO EM GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS¹

Rodrigo Ribeiro Fidelis², Adelmo Martins Rodrigues², Gabriela Figueiredo Silva²,
Hélio Bandeira Barros², Leandro Cardoso Pinto², Raimundo Wagner Souza Aguiar²

ABSTRACT

NITROGEN EFFICIENCY ON UPLAND RICE GENOTYPES

Rice plants present a high demand for nutrients, being nitrogen the main limiting factor to their yield. The objective of this study was to verify the existence of differences among local and improved rice genotypes, concerning the nitrogen efficiency use, in a Brazilian Savannah soil, in Gurupi, Tocantins State, Brazil. Seven rice cultivars (BRS-Caiapó, BRS-Bonança, Epagri-114, BRS-Sertaneja, BRS-Primavera, BRSMG-Conai, and BRSMG-Curinga) were cultivated in two distinct environments. In order to simulate environments with high and low nitrogen contents, 20 kg ha⁻¹ and 120 kg ha⁻¹ of N were respectively applied. The experiments were carried out in a completely randomized blocks design, with four replications. The features evaluated were grain yield, days for flowering and ripening, lodging, plants height, and 100 grains weight. It was possible to conclude that the environment with high nitrogen content was responsible for the highest plants height, the environment with low nitrogen content delayed the cultivars flowering stage, and the BRSMG-Curinga cultivar was the only one that reacted to the fertilization increase, with a significant increase in grains yield.

KEY-WORDS: *Oryza sativa* L.; mineral stress; upland rice.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se em alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas (Fageria et al. 1991), e o aumento crescente em seu consumo impõe aos setores produtivos a busca por novas técnicas que possam aumentar a sua produção.

Cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz se destaca pela produtividade e área de cultivo, desempenhando papel estratégico, tanto econômico quanto social. No Tocantins, esta cultura faz-se presente em terras altas de todo o Estado. Na safra 2007, a produtividade de arroz em terras altas

RESUMO

A planta de arroz caracteriza-se por apresentar alta demanda por nutrientes, sendo o nitrogênio o principal fator limitante à sua produtividade. Objetivou-se, com este trabalho, verificar a existência de diferenças entre variedades locais e melhoradas de arroz, quanto à eficiência do uso de nitrogênio, em solo de Cerrado, no município de Gurupi (TO). Os tratamentos envolveram sete cultivares de arroz (BRS-Caiapó, BRS-Bonança, Epagri-114, BRS-Sertaneja, BRS-Primavera, BRSMG-Conai e BRSMG-Curinga), cultivadas em dois ambientes distintos. Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizados 20 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os caracteres avaliados foram produtividade de grãos, dias para florescimento, dias para maturação, acamamento, altura de plantas e massa de cem grãos. Concluiu-se que o ambiente com alto teor de nitrogênio promoveu maiores alturas de planta, que o ambiente com menor nível de nitrogênio retardou o florescimento das cultivares e que a cultivar BRSMG-Curinga foi a única que respondeu ao acréscimo de adubação, com aumento significativo na produtividade de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa* L.; estresse mineral; arroz de sequeiro.

foi de 364.970 toneladas, em 145.301 hectares, alcançando produtividade média de 2.511,8 kg ha⁻¹ (IBGE 2008).

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

1. Trabalho recebido em jan./2010 e aceito para publicação em nov./2011 (nº registro: PAT 8637).

2. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil. E-mails: fidelisr@uft.edu.br, adelmomartinsrodrigues@gmail.com, figueiredo_gabriela@hotmail.com, barrosbh@uft.edu.br, leandro.cardoso@sulgoianoagro.com.br, rwsa@uft.edu.br.

Na maior parte das áreas onde o arroz é cultivado, o nitrogênio é o principal fator limitante à produtividade, e o custo do fertilizante nitrogenado constitui a maior fração do custo total de produção (De Datta et al. 1991). Desta forma, o uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas, também, para aumentar a produtividade da cultura e diminuir o custo de produção e os riscos de poluição ambiental (Fageria & Stone 2003). A alta eficiência no uso de N é desejável para as cultivares de arroz utilizadas na agricultura de baixos insumos.

A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio é considerada, atualmente, uma das maneiras mais adequadas para se diminuir o custo de produção da cultura do arroz (Fageria & Barbosa Filho 1982) e aumentar a produtividade de grãos, por meio da maior resposta a este nutriente (Borrell et al. 1998). Isto ocorre porque os genótipos de uma mesma espécie apresentam exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas aos estresses de nutrientes essenciais (Brown & Jones 1997).

Objetivou-se, com este trabalho, verificar a existência de diferenças entre variedades melhoradas de arroz, eficientes na absorção e utilização de nitrogênio, em solo de Cerrado, no sul do Estado do Tocantins, com ênfase na produtividade de grãos.

O plantio foi realizado no dia 13 de dezembro de 2007, no município de Gurupi (TO), na Fazenda Chaparral (11°43'S, 49°15'W e altitude de 300 m), em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. As cultivares de arroz de terras altas utilizadas neste estudo foram: BRS-Caiapó, BRS-Bonança, Epagri-114, BRS-Sertaneja, BRS-Primavera, BRSMG-Conai e BRSMG-Curinga.

A análise química do solo, na camada 0-20 cm de profundidade, apresentou os seguintes resultados: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,3$; M.O. = $20,1 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P (Melich}^{-1}) = 24,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 2,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e $\text{K} = 0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A adubação de plantio foi realizada com base nos resultados desta análise.

Foram desenvolvidos dois experimentos, em ambientes diferentes, simulando ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, utilizando-se 20 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} de N em cobertura, respectivamente, aplicados por ocasião do perfilhamento efetivo e na diferenciação do primórdio floral. Estas duas doses contrastantes de nitrogênio foram identificadas em experimentos anteriores, para discriminar as cultiva-

res de arroz, quanto ao uso de nitrogênio (Fageria & Stone 2003).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por cinco linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 45,0 cm entre plantas, e 60 sementes por metro linear. A área útil do experimento foi composta por três linhas centrais, com 4,0 m de comprimento. Os tratamentos culturais foram efetuados mediante aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas, com produtos devidamente recomendados para a cultura do arroz.

As características avaliadas foram: altura da planta (medida da superfície do solo até o ápice da panícula do colmo central, excluída a aresta, quando presente); número de dias para o florescimento (dias para emissão de 50% das panículas, a partir da data de semeadura); número de plantas acamadas (número de plantas por parcela que apresentaram ângulo de inclinação superior a 45° , em relação à vertical, por ocasião da colheita); número de dias para maturação (número de dias contados a partir da semeadura, para maturação de 50% dos grãos); produtividade média de grãos (produção de grãos limpos, corrigindo-se a umidade para 13%, em kg ha^{-1}); e massa de cem grãos (massa de uma amostra de cem grãos sadios, por parcela, em gramas).

Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância individual e conjunta, com aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais. Para as comparações entre as médias dos tratamentos, foi utilizado o teste Tukey, a 5%, com o auxílio do aplicativo computacional SISVAR (Ferreira 2008).

Constatou-se efeito significativo em todas as características avaliadas, para o fator cultivar e dias para florescimento, e altura de planta, para o fator ambiente. Observou-se, ainda, efeito não significativo da interação cultivar x ambiente, para as características massa de cem grãos, número de dias para florescimento, número de dias para maturação e altura de planta, ou seja, o comportamento das cultivares independe dos níveis de nitrogênio, que, por sua vez, independem das cultivares, por isto, os fatores foram estudados isoladamente. Entretanto, para as características produtividade de grãos e acamamento, a interação foi significativa, mostrando que os níveis de nitrogênio influenciam no desempenho das cultivares. Assim sendo, foi realizado o desdobramento dos fatores.

Para a característica dias para florescimento, foi constatada diferença significativa entre as médias, nos ambientes com alto e baixo teor de N, sendo que o ambiente com alto teor propiciou encurtamento do ciclo, influenciado, principalmente, pelas cultivares Sertaneja e Curinga. Observou-se, também, diferença significativa entre as cultivares (Tabela 1). A cultivar Epagri-114 apresentou o maior número de dias para florescimento (113 dias), independentemente das condições de adubação, sendo, portanto, considerada, de acordo com Embrapa (2008), cultivar de ciclo tardio (superior a 110 dias). As cultivares que apresentaram a menor quantidade de dias para florescimento foram Conai e Primavera (70 e 74,5 dias, respectivamente), sendo, portanto, consideradas cultivares de ciclo precoce (inferior a 90 dias).

Para a característica número de dias para a maturação, não foi constatada diferença significativa entre os ambientes com alto e baixo teor de N (Tabela 1). Entretanto, observou-se diferença significativa entre as médias das cultivares. A cultivar que apresentou a maior quantidade de dias para maturação foi a Epagri-114, com média de 135 dias, sendo influenciada pela média do florescimento.

Quanto à característica massa de cem grãos, não foi constatada diferença significativa entre os ambientes com alto e baixo teor de N (Tabela 1). Contudo, observou-se diferença significativa entre as cultivares. As cultivares que apresentaram maior massa de cem grãos foram Conai e Caiapó, com 3,38 g e 3,03 g, respectivamente. Stone et al. (1979) não verificaram aumento na massa de grãos, em estudo que avaliou a deficiência hídrica e resposta

de cultivares de arroz de sequeiro ao nitrogênio, em Santo Antônio de Goiás (GO).

Para a característica altura de plantas, foi constatada diferença significativa entre os ambientes com alto e baixo teor de N, sendo que o ambiente com alto teor propiciou maiores médias de altura de planta (Tabela 1). Lopes et al. (1996) verificaram incremento na estatura das plantas, com o aumento das doses de N, em experimento que avaliou a resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de nitrogênio, no Rio Grande do Sul. No entanto, Mauad et al. (2003), em estudo que avaliou a adubação nitrogenada e silicatada em arroz de terras altas, em Botucatu (SP), constataram redução na altura de planta, quando a dose de N foi aumentada. Isto mostra que o efeito do N sobre a altura da planta depende de outros fatores, como luminosidade, temperatura e umidade. Foi observada, ainda, diferença significativa entre as cultivares. A cultivar Caiapó apresentou maior altura de plantas, com média de 130,1 cm, e Epagri-114 apresentou a menor altura, dentre as demais, com média de 80,5 cm.

Para a característica produtividade de grãos, observou-se que os ambientes influenciaram de forma diferenciada as cultivares avaliadas (Tabela 2). Neste caso, verificou-se que, para a cultivar Curinga, o ambiente com alto teor de N promoveu maiores valores de produção de grãos e que, para Epagri-114, o ambiente com baixo teor proporcionou maiores valores de produção de grãos.

Não foram constatadas diferenças significativas entre as cultivares, no ambiente com baixo teor de N. No entanto, no ambiente com alto teor,

Tabela 1. Número de dias para florescimento, número de dias para maturação, massa de cem grãos e altura de plantas, em função do baixo e alto teor de N (20 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹, respectivamente), em cultivares de arroz de terras altas (Gurupi, TO, safra 2007/2008).

Cultivares	Dias para florescimento			Dias para maturação			Massa de cem grãos			Altura de plantas		
	BN*	AN**	Média	BN	AN	Média	g			cm		
							BN	AN	Média	BN	AN	Média
Conai	70	70	70,0 F	121	121	121,0 B	3,3	3,5	3,4 A	82,5	88,4	85,5 D
Primavera	75	74	74,5 E	121	121	121,0 B	2,5	2,5	2,5 C	110,6	107,5	109,0 B
Sertaneja	82	79	80,6 D	121	122	121,5 B	2,6	3,0	2,8 BC	111,8	111,8	111,8 B
Bonança	83	82	82,8 CD	121	118	119,5 B	2,7	2,7	2,7 BC	95,3	101,3	98,3 C
Curinga	87	84	85,7 C	121	120	120,5 B	2,8	2,9	2,8 BC	94,2	99,4	96,8 C
Caiapó	92	90	91,2 B	121	119	120,0 B	3,0	3,0	3,0 B	123,9	136,4	130,1 A
Epagri-114	113	113	113,0 A	135	135	135,0 A	1,6	1,3	1,5 D	79,8	81,1	80,5 D
Média	86 a	84 b	85,0	123 a	122 a	122,5	2,6 a	2,7 a	2,65	99 b	103,7 a	101,4
CV (%)	2,51			1,22			8,71			5,91		

* BN = baixo teor de nitrogênio; ** AN = alto teor de nitrogênio. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, nas colunas, e minúsculas, nas linhas, pertencem ao mesmo grupo estatístico, pelo teste Tukey, a 5%.

Tabela 2. Produtividade de grãos e acamamento, em função do baixo e alto teor de N (20 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹, respectivamente), para cultivares de arroz de terras altas (Gurupi, TO, safra 2007/2008).

Cultivares	Produtividade de grãos			Acamamento		
	kg ha ⁻¹			Plantas parcela ⁻¹		
	Baixo N	Alto N	Média	Baixo N	Alto N	Média
Primavera	1.822,93 Aa	1.928,85 Aa	1.875,89	1,75 Aa	1,5 Aa	1,62
Caiapó	1.810,68 Aa	1.944,97 Aa	1.877,83	1,25 ABb	2,0 ABa	1,62
Bonança	1.717,59 Aa	1.953,72 Aa	1.835,66	1,00 Ba	1,00 Ba	1,00
Conai	1.556,31 Aa	1.648,08 Aa	1.602,20	1,00 Ba	1,00 Ba	1,00
Curinga	1.551,60 Ab	2.336,65 Aa	1.944,13	1,00 Ba	1,00 Ba	1,00
Sertaneja	1.476,80 Aa	1.640,66 Aa	1.558,73	1,00 Ba	1,00 Ba	1,00
Epagri-114	1.366,20 Aa	746,29 Bb	1.056,25	1,00 Ba	1,00 Ba	1,00
Média	1.614,59	1.742,75	1.678,67	1,14	1,21	1,17
CV (%)		20,04			19,89	

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

verificou-se diferença estatística entre as cultivares, sendo Epagri-114 a que apresentou menor valor de produtividade de grãos (746,29 kg ha⁻¹). A diferença entre os genótipos de arroz, na absorção e utilização de N e no potencial de produtividade, é largamente relatada na literatura (Fageria & Stone 2003, Fageria & Baligar 2005).

Para a característica acamamento, observou-se que os ambientes influenciaram de forma diferenciada as cultivares avaliadas. Verificou-se que, para a cultivar Caiapó, o ambiente com alto teor de N promoveu maiores valores de acamamento (Tabela 2). Diferenças significativas foram observadas entre as cultivares, nos ambientes com baixo teor de N, sendo Primavera a que apresentou o maior índice de acamamento, em ambientes com alto ou baixo teor de N.

Comparando-se as características altura de planta e acamamento, percebeu-se que a cultivar com maior altura de planta (Caiapó) apresentou alto índice de acamamento, concordando com Ni et al. (2000), os quais observaram que cultivares com estatura elevada, mas que não apresentam colmos grossos, geralmente, são mais susceptíveis ao acamamento. Estes resultados confirmam a afirmação de que o nitrogênio é o nutriente que mais afeta a altura de plantas, tornando-as mais susceptíveis ao acamamento (Arf 1993).

Concluiu-se que o ambiente com alto teor de N promoveu maiores alturas de planta, que o ambiente com menor nível de N retardou o florescimento das cultivares e que a cultivar BRSMG-Curinga foi a única que respondeu ao acréscimo de adubação, com aumento significativo na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

- ARF, O. *Efeitos de densidades populacionais e adubação nitrogenada sobre o comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão*. 1993. 63 f. Tese (Livro-Docência)—Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1993.
- BORRELL, A. K. et al. Season and plant type affect the response of rice yield to nitrogen fertilization in a semi-arid tropical environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 49, n. 2, p. 179-190, 1998.
- BROWN, J. C.; JONES, W. E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, v. 69, n. 3, p. 399-404, 1997.
- DE DATTA, S. K. et al. Direct measurement of ammonia and denitrification fluxes from urea applied to rice. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 55, n. 2, p. 543-548, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema de produção*. 2008. Disponível em: <<http://sistemaproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/index.htm>>. Acesso em: 23 set. 2008.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, New York, v. 88, n. 1, p. 97-185, 2005.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. *Growth and mineral nutrition of field crops*. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1991.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. *Pesquisa*

Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 17, n. 12, p. 1709-1712, 1982.

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

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. *Symposium*, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Levantamento sistemático da produção agrícola*. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=to&tema>>. Acesso em: 05 ago. 2008.

LOPES, S. I. G. et al. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto alegre, v. 49, n. 1, p. 3-6, 1996.

MAUAD, M. et al. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 761-765, 2003.

NI, H. et al. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. *Weed Science*, Lawrence, v. 48, n. 2, p. 200-204, 2000.

STONE, L. F. et al. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 14, n. 3, p. 295-301, 1979.