



Revista Ceres

ISSN: 0034-737X

ceresonline@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Kischel, Elisângela; Ribeiro Fidelis, Rodrigo; Mota dos Santos, Manoel; Ribeiro Brandão, Diogo; Lopes Cancellier, Eduardo; Rodrigues do Nascimento, Ildon

Efeito do Nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins

Revista Ceres, vol. 58, núm. 1, enero-febrero, 2011, pp. 84-89

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226805005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Efeito do Nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins

Elisângela Kischel¹, Rodrigo Ribeiro Fidelis², Manoel Mota dos Santos², Diogo Ribeiro Brandão¹, Eduardo Lopes Cancellier¹, Ildon Rodrigues do Nascimento²

RESUMO

A cultura do arroz possui alta demanda em nutrientes e, na maior parte das áreas onde 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. Objetivou-se, com este trabalho, verificar o efeito de baixo e alto nível de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado, cultivados em solos de várzea úmida, sem o controle do sistema de inundação. Foram utilizados nove cultivares de arroz de várzea: BRS-Jaçanã, Metica-1, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS7-Taim e EPAGRI-109. Simulando ambientes com baixo e alto nível de N, foram utilizadas doses entre 20 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. As características avaliadas foram altura de planta, produtividade de grãos e massa de 100 grãos. Conclui-se que o genótipo EPAGRI – 109 foi o único a constituir o melhor grupo estatístico, tanto em baixo, quanto em alto nível de nitrogênio e que o ambiente de alto nível de nitrogênio promoveu maiores alturas de planta.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., avaliação de cultivares, estresse mineral.

ABSTRACT

Nitrogen in lowland rice genotypes in Tocantins State, Brazil

The rice crop demands high nutrient input. In most areas where rice is cultivated, nitrogen is the main limiting factor to yield and nitrogen fertilization represents the largest fraction of the total production cost. This study aimed to assess the effect of low and high nitrogen rates on flooded rice cultivars sown in a lowland soil without a controlled flooding system. Nine flooded rice cultivars were used in the experiment: BRS-Jaçanã, Metica-1, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS7-Taim and EPAGRI-109. Nitrogen at the rates of 20 and 120 kg ha⁻¹ were used to simulate environments of low and high N levels, respectively. The following characteristics were evaluated: plants height, grain yield and 100-grain mass. Genotype EPAGRI-109 was the best statistic group for both low and high nitrogen levels and the environment with high nitrogen level produced the highest plant heights.

Key words: *Oryza sativa* L., cultivar evaluation, mineral stress.

Recebido para publicação em novembro de 2009 e aprovado em dezembro de 2010

¹Acadêmicos de Agronomia. Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Rua Badejos, Chácaras 69 e 72, Lt. 07, Zona Rural, Caixa Postal 66, 77.402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. kischel_e@uft.edu.br, educancellier@uft.edu.br, diogo.brandao.20@hotmail.com

²Engenheiros-Agronomos, Doutores. Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Rua Badejos, Chácaras 69 e 72, Lt. 07, Zona Rural, Caixa Postal 66, 77.402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. fidelisrr@uft.edu.br, mottams@yahoo.com.br, nascimento_ildon@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

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

Tradicionalmente, o arroz tem sido semeado, no Brasil, nos ambientes de várzeas e terras altas. Em várzeas, o arroz é cultivado em terrenos com irrigação controlada (arroz irrigado), onde a cultura é irrigada por alagamento contínuo e controlado, com a formação e manutenção de lâmina d'água até sua maturação, ou, em terrenos sem irrigação controlada (arroz em várzea úmida, caracterizado pela semeadura em áreas de baixadas, parcialmente sistematizadas e, ou drenadas, ou sem sistematização), em que as chuvas, ou enchentes dos rios, ou os afloramentos naturais do lençol freático são as fontes de água para o desenvolvimento das plantas (Rangel, 1995). Em terras altas, o arroz é cultivado sem irrigação complementar (arroz de sequeiro).

A maior parcela da produção de arroz, no Brasil, é proveniente do ecossistema de várzeas, em que a orizicultura irrigada é responsável por 69% da produção nacional (Embrapa, 2008), sendo considerada um estabilizador da safra nacional, uma vez que não é tão dependente das condições climáticas, como no caso dos cultivos de sequeiro.

O arroz de várzea encontra-se concentrado em quatro pólos principais: o pôlo 1 é representado pelos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, responsáveis por cerca de 70% da área cultivada com arroz de várzea do Brasil; o pôlo 2 é formado pelos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo; o pôlo 3 inclui os estados do nordeste, com exceção do Rio Grande do Norte e Bahia e o pôlo 4 é concentrado em Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Ferreira & Dell Vilar, 2004; Rangel *et al.*, 2010).

No Estado do Tocantins encontra-se uma imensa área de várzea, com mais de 500 mil hectares, dos quais apenas 45 mil são ocupados com a cultura do arroz no período chuvoso. Na safra 2003/04, a área total cultivada com arroz foi de 162.135 ha, dos quais 54.680 ha no sistema irrigado, com produtividade média de 4.482 kg ha⁻¹, e 107.455 ha no sistema de terras altas, cuja produção total foi de 417.075 t, com produtividade média de 2.572 kg ha⁻¹. O cultivo do arroz de terras altas é distribuído por todo o Estado, enquanto o irrigado sob controle está concentrado nas regiões centro-oeste e, principalmente,

sudeste, abrangendo os municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium. O cultivo irrigado em várzea úmida também é distribuído em todo o estado, principalmente por pequenos agricultores, na tentativa de garantir sua segurança alimentar, comercializando apenas o excedente da produção; porém, não existem dados oficiais sob área plantada com este sistema.

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 K, o N é o nutriente que a planta de arroz mais acumula. O N é componente da clorofila, aumenta a área foliar da planta, a qual aumenta a eficiência de intercepção da radiação solar e a taxa fotossintética e, consequentemente, a produtividade de grãos (Fageria *et al.*, 2003b).

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 (Buresh & De Datta, 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 *et al.*, 2003b). Plantas com alta eficiência no uso de N são desejáveis para os cultivares de arroz usados na agricultura de baixos insumos.

Estudos têm mostrado existência de diferenças genotípicas na eficiência de absorção de nitrogênio em arroz. Ferraz Junior *et al.* (1997) observaram maior eficiência de absorção de N para produção de grãos em cultivares melhorados, de irrigação ou sequeiro, em relação a um grupo de variedades locais de sequeiro, tradicionalmente cultivados na região. Por outro lado, foi observada a existência de algumas variedades locais, cuja eficiência de absorção não diferiu significativamente dos cultivares melhorados de melhor desempenho.

A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio é considerada uma das maneiras mais adequadas de diminuir o custo de produção da cultura do arroz (Fageria & Barbosa Filho, 1982a) e de aumentar a produtividade de grãos, mediante maior resposta a esses nutrientes (Andrade *et al.*, 1992; Borrell *et al.*, 1998 e Sharma & Sharma, 1999). Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais (Brown & Jones 1997; Fageria & Barbosa Filho 1981 e 1982b).

Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, verificar o efeito de baixo e alto nível de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado, cultivados em solos de várzea úmida.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos (baixo e alto nitrogênio) foram realizados em solos de várzea úmida, ou seja, em área de baixada e sem irrigação controlada, na fazenda Pouso Alto, no município de Lagoa da Confusão-TO, situada a 10° 51' S e 49° 35' O, numa altitude de 200 m, em solo do tipo Gleissolo, no ano agrícola 2008/09. Os dados da temperatura média e precipitação de chuva da região encontram-se na Figura 1.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, ou seja, com uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada no dia 17 de novembro de 2008. A adubação de semeadura foi realizada no sulco de plantio, com base nos resultados da análise química e física do solo, aplicando-se 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl. Não foi realizada adubação com micronutrientes. A análise química e física do solo na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes resultados: pH em H₂O = 5,0; M.O(g dm⁻³) = 30,1; P(Melich⁻¹) = 10,0; Ca = 0,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,4 cmol_c dm⁻³; H+Al = 5,0 cmol_c dm⁻³; K = 0,5 cmol_c dm⁻³; SB = 1,7 cmol_c dm⁻³; 366,3 g kg⁻¹ de areia; 64,4 g kg⁻¹ de silte e 569,3 g kg⁻¹ de argila.

A avaliação dos tratamentos genéticos foi conduzida em dois experimentos (sob baixo e elevado níveis de nitrogênio). Em ambos, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 34 cm entre linhas, semeando-se 60 sementes por metro de sulco. Como área útil foram utilizadas as duas linhas centrais, com 4,0 metros de comprimento, desprezando-se as duas linhas laterais e 0,5

metro das extremidades das duas linhas centrais (3,4 m² de área útil). Para o estudo foram utilizados os cultivares BRS-Jaçanã, Metica-1, Best-2000, BRSGO-Guará, BRS-Alvorada, BRA-01381, AN-Cambará, BRS7-Taim e EPAGRI-109.

Para simular ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, foram utilizadas as doses 20 e 120 kg.ha⁻¹ N, em cobertura, na forma de uréia, respectivamente, em duas etapas, sendo metade do adubo aplicado por ocasião do perfilhamento efetivo (aproximadamente 45 dias após emergência das plântulas dependendo do cultivar) e, a outra metade, na fase de diferenciação do primôrdio floral (aproximadamente 65 dias após emergência das plântulas, dependendo do cultivar). Essas duas doses contrastantes de nitrogênio foram identificadas em experimentos anteriores, para discriminar os cultivares de arroz quanto ao uso de nitrogênio (Fageria *et al.*, 2003a).

Os tratos culturais foram efetuados mediante aplicação de herbicida (125 ml.ha⁻¹ de Nomenee), aplicado quando as plantas de arroz apresentavam três folhas), e inseticida (100 ml.ha⁻¹ de Atabron), aplicado quando se fez necessário.

As seguintes características foram avaliadas:

Altura de planta (AP): medida da superfície do solo até o ápice da panícula do colmo central, excluída a arista, quando presente;

Produtividade média de grãos (PMG): produção de grãos limpos com 13% de umidade, em kg ha⁻¹;

Massa de cem grãos (PCG): peso de uma amostra de cem grãos sadios por parcela.

Os dados experimentais foram submetidos a análises individual e conjunta de variância, com aplicação do teste

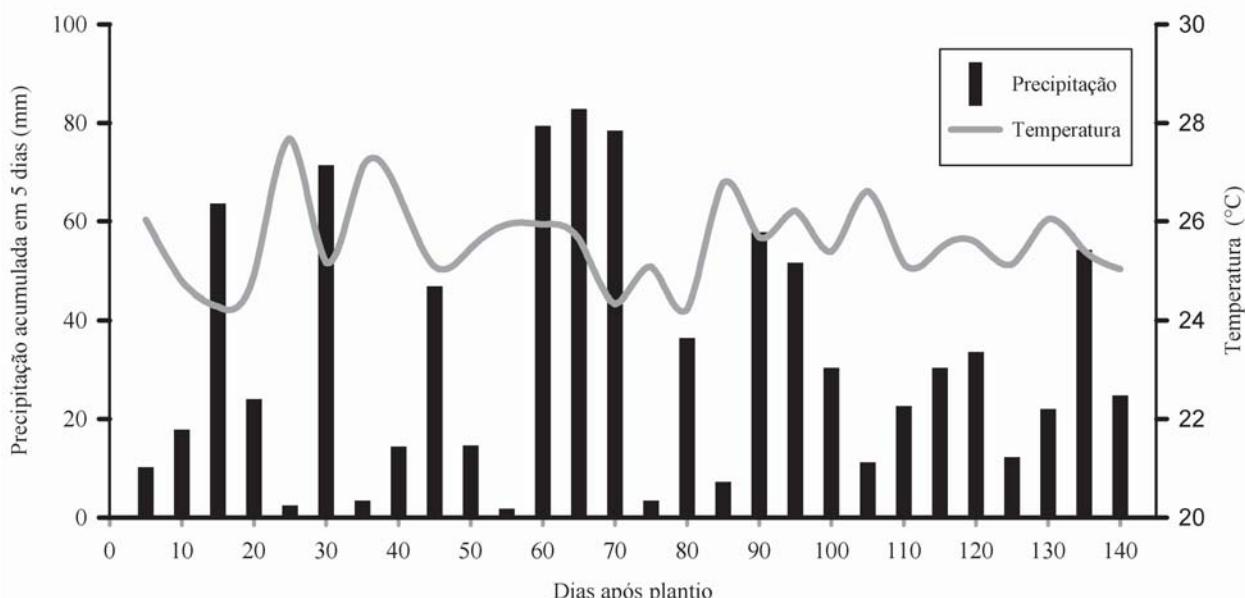


Figura 1. Precipitação acumulada e temperatura média, a partir da data de plantio até a colheita, Lagoa da Confusão, TO, Safra 2008/2009.

F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais. Para as comparações entre as médias de tratamentos, foi utilizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro, o que foi feito, utilizando-se o aplicativo computacional SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou significância da interação para as características altura de planta e massa de cem grãos. Isto significa que os fatores avaliados são independentes, ou seja, que os níveis de nitrogênio (N) não influenciam os cultivares de arroz de forma diferenciada, devendo, por isso, serem estudados isoladamente. Para a característica produtividade de grãos, verificou-se interação significativa, mostrando a interdependência dos fatores, ou seja, os níveis de N influenciaram de forma diferenciada na expressão dos genótipos, sendo feito então, o desdobramento de um fator dentro do outro.

Mesmo o experimento sendo realizado sob estresse (baixo e alto nível de N), já que existem estudos científicos que sugerem estas doses como estressantes (Fageria *et al.*, 2003a), verificam-se baixos valores de coeficientes de variação para todas as características avaliadas, o que reflete um elevado grau de confiabilidade dos resultados obtidos.

Quanto à altura de plantas, observa-se, na Tabela 1, superioridade estatística do ambiente onde foi aplicada alta dose de nitrogênio (120 kg.ha⁻¹), quando comparado com o ambiente onde foi aplicada baixa dose de nitrogênio (20 kg.ha⁻¹). Entretanto, essas alturas ainda são consideradas satisfatórias para o cultivo mecanizado, na região (Castro Neto, 2009), e não resultarão no acamamento das plantas.

Quanto à massa de cem grãos (Tabela 1), observa-se superioridade estatística do ambiente onde foi aplicada baixa dose de nitrogênio (20 kg.ha⁻¹), quando comparado com o ambiente onde foi aplicado alta dose de nitrogênio (120 kg.ha⁻¹). Isto se deu, provavelmente, pelo fato de o excesso do nutriente ter resultado num consumo de luxo, em que a planta passa a priorizar crescimento (altura de plantas e número de perfilhos), redistribuindo os fotoassimilados para as panículas e reduzindo a massa específica do grão, ou seja, resulta em maior produção de grãos por área, em função do maior perfilhamento e menor enchimento dos grãos, com menor quantidade de massa por 100 grãos. Estes resultados são discordantes dos obtidos por Freitas *et al.* (2001) que encontraram maior massa de 1000 grãos quando os genótipos de arroz irrigado foram cultivados em condições de alta dose de N, no Estado de São Paulo.

Analizando os dados de produtividade de grãos, apresentados na Tabela 2, pode-se observar, no ambiente de baixo teor de nitrogênio, superioridade estatística dos cultivares BRS7-Taim (3513,3 kg.ha⁻¹), apesar de não diferirem significativamente dos cultivares BRA-01381, EPAGRI-109 e BRSGO-Guará. O cultivar Best-2000 apresentou menor valor de produtividade de grãos (1857,4 kg.ha⁻¹), apesar de não diferir significativamente dos cultivares BRS-Jaçanã e BRS-Alvorada. De acordo com Conab (2008), a produtividade média em baixo N ficou bem abaixo da média estadual de produção de arroz em sistemas de várzea irrigada (4371 kg.ha⁻¹); entretanto, são dados interessantes, se for considerado o sistema de várzea úmida, muito utilizada por pequenos agricultores do Estado do Tocantins, que dificilmente realizam adubações elevadas, principalmente em se tratando do nitrogênio, por ter alto valor agregado. Desta forma, os cultivares

Tabela 1. Massa de cem grãos (MCG) e altura de plantas (AP), obtidas de nove cultivares de arroz irrigado, cultivados em dois ambientes (alto - 120 kg.ha⁻¹ e baixo - 20 kg.ha⁻¹ nitrogênio), na Região da Lagoa da Confusão, sudoeste do Estado do Tocantins, safra 2008/2009

Cultivares	AP (cm)			MCG (gramas)		
	Baixo N	Alto N	Média Geral	Baixo N	Alto N	Média Geral
BRS - Jaçanã	92,20	109,87	101,03 a	2,79	2,25	2,52 a
Metica-1	91,87	108,80	100,33 a	2,74	2,25	2,49 a
Best - 2000	89,47	106,13	97,80 a	2,71	2,25	2,48 a
BRSGO-Guará	96,53	109,40	102,97 a	2,72	2,25	2,49 a
BRS-Alvorada	100,27	110,73	105,50 a	2,76	2,25	2,51 a
BRA - 01381	102,87	103,60	103,23 a	2,72	2,25	2,48 a
AN - Cambará	91,87	103,80	97,83 a	2,56	2,25	2,41 a
BRS7 - Taim	89,53	101,93	95,73 a	2,76	2,25	2,51 a
EPAGRI - 109	90,93	99,67	95,30 a	2,68	2,25	2,47 a
Média Geral	93,9 B	106,0 A		2,7 A	2,3 B	

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

Tabela 2. Produtividade de grãos de nove cultivares de arroz em função de duas doses de adubação nitrogenada (20 e 120 kg.ha⁻¹), cultivado em várzea úmida na região sudoeste do Estado do Tocantins (Lagoa da Confusão, TO), safra 2008/2009

Cultivares	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		
	Baixo N	Alto N	Média geral
BRS – Jaçanã	2508,1 bcdB	4344,5 abcA	3426,3
Metica-1	2293,2 dB	4587,8 aA	3440,5
Best – 2000	1857,4 dB	4456,4 abA	3156,9
BRSGO-Guará	3342,1 abA	3413,7 cdA	3377,9
BRS-Alvorada	2625,5 cdB	4298,1 abcA	3456,8
BRA – 01381	3425,8 aA	3253,0 dA	3339,4
AN – Cambará	2396,8 bcB	3937,6 abcdA	3167,2
BRS7 – Taim	3513,3 aA	3541,5 bcdA	3527,4
EPAGRI – 109	3352,5 abcB	4271,0 abcdA	3811,7
Média Geral	2811,6	4011,5	

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na Coluna e maiúscula na linha não difere estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

BRS7-Taim, BRA-01381, EPAGRI-109 e BRSGO-Guará, por produzirem acima de 3000,00 kg.ha⁻¹ mesmo em condições de estresse de nitrogênio, poderiam ser utilizados como possíveis alternativas, pelos orizicultores que dispõem de baixa tecnologia da região.

Quanto ao ambiente de alto nitrogênio (Tabela 2), observa-se superioridade estatística do cultivar Metica-1 (4.587,8 kg.ha⁻¹), apesar de não diferir significativamente dos cultivares Best-2000, BRS-Jaçanã, BRS-Alvorada e EPAGRI-109. O cultivar BRA-01381 apresentou menor valor de produtividade de grãos (3.253,0 kg.ha⁻¹), apesar de não diferir significativamente dos cultivares BRSGO-Guará, BRS7-Taim, NA-Cambará e EPAGRI-109. Apesar de a produtividade média, obtida neste estudo, ter ficado um pouco abaixo da média estadual de produção de arroz em sistemas de várzea irrigada (4371 kg.ha⁻¹), observa-se que alguns cultivares (BRS-Jaçanã, Metica-1 e Best-2000) produziram, em várzea úmida, mais que a média do estado (obtida em várzea irrigada), revelando, assim, potencial para serem utilizados como possíveis alternativas de tecnologia por orizicultores da região. Weber *et al.* (2003) também avaliaram o cultivar BRS-Taim em experimentos conduzidos em várzea irrigada, realizados em Santa Maria-RS, e obtiveram produção de 6.969 kg.ha⁻¹, aplicando dose de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio, quase o dobro da obtida na Lagoa da Confusão-TO (3.527 kg.ha⁻¹, com dose de 120 kg.ha⁻¹). Isso aconteceu pelo fato de o experimento ter sido realizado em várzea irrigada (não em várzea úmida) e, também, provavelmente, por as condições edafo-climáticas da região serem mais favoráveis ao cultivo de arroz.

Observou-se que o cultivar EPAGRI-109 foi o único genótipo a compor o melhor grupo estatístico, tanto em baixo quanto em alto nível de nitrogênio, o que pode viabilizar sua recomendação para plantios em lavouras de arroz de pequenos, médios e grandes orizicultores, já que

produz satisfatoriamente em condições de baixo nível tecnológico (pouco insumo) e, também, responde a adubação nitrogenada. Nota-se, ainda, que os genótipos BRSGO-Guará e BRS7-Taim não diferiram, significativamente, quanto à produtividade de grãos, nos dois ambientes, o que também foi observado para o cultivar BRA-01381, que, inclusive, apresentou decréscimo na produtividade. Essa ausência de resposta ao incremento de nitrogênio pode estar relacionada com a genética desses genótipos, podendo ser considerados rústicos, o que inviabilizaria sua recomendação para cultivos em propriedades que utilizam alto nível tecnológico (insumos). Diferenças quanto à absorção de nutrientes por genótipos de arroz são relatadas na literatura (De Datta *et al.*, 1988; Singh *et al.*, 1998; Kiniry *et al.*, 2001; Fageria *et al.*, 2003b; Fageria & Baligar, 2005).

CONCLUSÕES

O ambiente de alto nitrogênio promoveu maiores alturas de plantas e produtividade de grãos.

O ambiente de baixo nitrogênio promoveu maior massa de cem grãos.

O cultivar EPAGRI – 109 destacou-se, tanto em baixo, como em alto nível de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

- Andrade WEB, Amorim Neto S, Fernandes GMB & Oliveira HF (1992) Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense. Lavoura Arrozeira, 45:14-17.
- Borrel AK, Garside AL, Fukai S & Reid DJ (1998) Season and plant type affect the response of rice yield to nitrogen fertilization in a semi-arid tropical environment. Australian Journal of Agricultural Research, 49:179-190.
- Brown JC & Jones WE (1997) Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. Agronomy Journal, 69:399-404.

- Buresh RJ & De Datt SK (1991) Nitrogen dynamics and management in rice legume cropping systems. *Advances in Agronomy*, 45:1-58.
- Castro Neto MD (2009) Resistência genética de uma coleção nuclear e adubação com silício associado com nitrogênio no manejo de arroz no Sul do Estado do Tocantins. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins - UFT, Gurupi. 66p.
- Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2008) Acompanhamento da safra brasileira: grãos. 1º levantamento de Outubro/2008. Brasília, Conab.
- De Datta SK, Buresh RJ, Samson MI & Kai-Rong W (1988) Nitrogen use efficiency and nitrogen-15 balance in broadcast-seeded flooded and transplanted rice. *Soil Science Society of America Journal*, 52:849-855.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2008) Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins. Santo Antonio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão. 136p.
- Fageria NK & Baligar VC (2005) Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88:97-185.
- Fageria NK & Barbosa Filho MP (1981) Avaliação de cultivares de arroz para a maior eficiência de absorção de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 16:772-782.
- Fageria NK & Barbosa Filho MP (1982a) Avaliação de cultivares de arroz em função de sua tolerância ao baixo nível de fósforo disponível do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 6:146-151.
- Fageria NK, & Barbosa filho MP (1982b) Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17:1709-1712.
- Fageria NK, Santos AB & Stone LF (2003a) Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA. (Circular Técnica, 58).
- Fageria NK, Slaton NA & Baligar VC (2003b) Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advances in Agronomy*, 80:63-152.
- Ferraz Junior ASL, Souza SR, Fernandes MS & Rossiello ROP (1997) Eficiência do uso de nitrogênio para produção de grão e proteína por cultivares de arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32:435-442.
- Ferreira DF (2000) Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras, UFLA. (*SISVAR 4.1. pacote computacional*).
- Ferreira CM & Del Vilar PM (2004) Aspectos da produção e do mercado de arroz. *Informe Agropecuário*, 25:11-18.
- Freitas JG, Azzini LE, Cantarella H, Bastos CR, Castro LHSM, Gallo PB & Felicio JC (2001) Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. *Scientia Agricola*, 58:573-579.
- Kiniry JR, McCauley G, Xie Y & Arnold JG (2001) Rice parameters describing crop performance of four U.S. cultivars. *Agronomy Journal*, 93:1354-1361.
- Rangel PHN (1995) Desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado para o Estado do Tocantins. *Lavoura Arrozeira*, 48:11-13.
- Rangel PHN, Guimarães EP & Rabelo RR (2010) Melhoramento genético do arroz irrigado no nordeste do Brasil. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA 14p. Disponível em: <http://www.cptsa.embrapa.br:8080/catalogo/livrorg/arrozirrigado.pdf> Acessado em: 25 de setembro de 2010.
- Sharma DK & Sharma DR (1999) Sustainable use of poor quality water with proper scheduling of irrigation and nitrogen levels for a rice crop. *Water Science and Technology*, 40:111-114.
- Singh U, Ladha JK, Castillo EG, Punzalan G, Tirol-Padre A & Duqueza M (1998) Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium-and long-duration rice. *Field Crops Research*, 58:35-53.
- Weber L, Marchezan E, Carlesso R & Marzari V (2003) Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivo. *Ciência rural*, 33:27-33.