

Efeito do fósforo em genótipos de arroz em solos de Cerrado

Phosphorus effect on upland rice genotypes growing in Cerrado soils

Rodrigo Ribeiro FIDELIS¹; Leandro Cardoso PINTO²; Manoel Mota dos SANTOS¹;
Amanda Macedo FACCIROLLI³; Diogo Ribeiro BRANDÃO³; Gessiel SCHEIDT¹

¹ Doutor em Fitotecnia; Universidade Federal do Tocantins; Campus Universitário de Gurupi; Rua Badejós, chácaras 69 e 72, It. 07, Zona Rural, Caixa Postal 66, CEP: 77402-970, Gurupi, Tocantins; fidelisrr@uft.edu.br (autor para correspondência); santosmm@mail.uft.edu.br; gessielscheidt@yahoo.com.br

² Agrônomo; Campus Universitário de Gurupi; Universidade Federal do Tocantins; leandro.cardoso@sulgoianoagro.com.br

³ Estudante de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins; Campus Universitário de Gurupi; a_faccirolli@hotmail.com; diogobrandao@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito de baixo e alto níveis de fósforo em genótipos de arroz de terras altas em solos de Cerrado. Foram utilizadas sete cultivares de arroz (BRS-Caiapó, BRS-Bonança, BRS-Primavera, BRS-Sertaneja, Epagri-114, BRSMG-Curinga e BRSMG-Conai), cultivadas em dois ambientes distintos no sul do Tocantins. Simulando ambientes com baixo e alto níveis de fósforo, foram utilizadas as doses 20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os caracteres avaliados foram produtividade de grãos, número de dias para florescimento, número de dias para maturação, acamamento, altura das plantas e massa de cem grãos. Os genótipos avaliados foram similares quanto à resposta ao fósforo aplicado. A cultivar BRS-Bonança apresentou maior rendimento de grãos nas condições do Cerrado. O ambiente de baixo fósforo proporcionou a mesma produtividade de grãos, massa de cem grãos, altura de planta e acamamento quando comparado ao ambiente de alto fósforo, sendo que, no ambiente com maior nível de fósforo, houve retardo no florescimento dos genótipos.

Palavras-chave adicionais: *Oryza sativa*; estresse mineral; adubação fosfatada

Abstract

The objective of this research work was to assess the effects of low and high P levels on characteristics of upland rice plant cultivars growing in Cerrado soils. The following rice cultivars were observed in this experiment: 'BRS-Caiapó', 'BRS-Primavera', 'BRS-Bonança', 'BRS-Sertaneja', 'Epagri-114', 'BRSMG-Curinga' and 'BRSMG-Conai'. The rice plants grew in two different regions of Southern Tocantins, Brazil. To simulate conditions of low and high levels of P, the P₂O₅ doses of 20 and 120 kg ha⁻¹ were used. The experimental units were distributed in the field according to a randomized complete block design with four replications. The plant characteristics submitted to evaluation were the following: grain yield, number of days to flowering, number of days to maturation, lodging, plant height and one hundred grain weight. The seven rice cultivars responded similarly to the applied phosphorus. 'BRS-Bonança' showed the highest grain yield the Cerrado conditions. The seven rice cultivars under conditions of low P showed similar responses as to grain yield, hundred grain weight, plant height, and lodging. The high P condition delayed plant flowering in all genotypes.

Additional keywords: *Oryza sativa*; mineral stress; phosphorus fertilization

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo 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 em nível econômico quanto social (FAGERIA et al., 1997).

No Brasil, o arroz é produzido nos ecossistemas de várzea e de terras altas sob diversos sistemas de cultivo. O cultivo de terras altas, apesar de ocupar 64% da área cultivada, responde por apenas 39% da produção nacional, em razão da baixa produtividade média (STONE et al., 2001). No Tocantins, essa cultura faz-se presente tanto em várzea quanto em terras altas, distribuída em todo o Estado. Na safra de 2007, a produção de arroz em terras altas foi de 364.970 toneladas em 145.301 hectares, com

produtividade média de 2.512 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008).

As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados (TANGUILIG et al., 1987).

A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de fósforo é considerada, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura do arroz (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1982). Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1981). No Estado do Tocantins, onde o cultivo de arroz de terras altas é realizado, principalmente por pequenos agricultores, quase sempre em condições de estresse mineral, a identificação de genótipos que possuem capacidade de absorver e utilizar fósforo, de forma eficiente, é, portanto, uma forma de incrementar e fomentar a produção de arroz na região.

Diante disso, objetivou-se com este trabalho verificar o efeito de baixo e alto níveis de fósforo em cultivares de arroz de terras altas em solos de Cerrado.

Material e métodos

Os experimentos (baixo e alto fósforo) foram realizados na Fazenda Chaparral, no município de Gurupi, situada a 11°43' S e 49°15' W, numa altitude de 300 m, em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, no ano agrícola de 2007/2008. Os dois experimentos foram instalados proximamente, no mesmo tipo de solo.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, ou seja, com uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada no dia 13 de dezembro de 2007. A adubação de semeadura foi realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise química e física do solo, aplicando 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl. Não foi realizada adubação com micronutrientes. A adubação de cobertura foi realizada em duas etapas, ambas com 45 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, aplicada por ocasião do perfilhamento efetivo e diferenciação do primórdio floral.

A análise química e física do solo na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou os seguintes resultados: pH em H₂O 5,2; M.O. - 2,3 g dm⁻³; P (Melich⁻¹) - 2,4 mg dm⁻³; Ca - 0,9 cmol_c dm⁻³; Mg - 0,4 cmol_c dm⁻³; H+Al - 2,9 cmol_c dm⁻³; K - 0,06 cmol_c dm⁻³; SB - 1,9 cmol_c dm⁻³; V - 32%; 401,9 g kg⁻¹ de areia; 71,6 g kg⁻¹ de silte e 526,5 g kg⁻¹ de argila. A

calagem foi realizada 30 dias antes da implantação dos experimentos com calcário dolomítico. A dose de calcário utilizada foi definida de acordo com o método da elevação da saturação por bases para 70 %.

A avaliação das cultivares foi conduzida em dois experimentos (sob baixo e elevado níveis de fósforo). Em ambos, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 45 cm entre linhas e semeando-se 60 sementes por metro de sulco. Como área útil, foram utilizadas as duas linhas centrais com 4,0 m de comprimento, desprezando-se as duas linhas laterais e 0,5 m das extremidades das duas linhas centrais (3,6 m² de área útil). Para o estudo, foram utilizadas as cultivares BRS-Caiapó, BRSMG-Conai, BRS-Bonança, BRS-Sertaneja, BRS-Primavera, Epagri-114 e BRSMG-Curinga.

Para simular ambientes com níveis de P baixo e alto, foram utilizadas as doses de 20 e 120 kg ha⁻¹ de P, o qual foi adicionado na forma de superfosfato simples (18% P₂O₅), no sulco de semeadura, descontado o P do solo detectado na análise química do solo (baixo P = 15,2 kg ha⁻¹ e alto P = 115,2 kg ha⁻¹). Conforme FAGERIA (1991), estas duas doses contrastantes de P foram identificadas em experimentos anteriores, para discriminar as cultivares de arroz quanto ao uso de fósforo.

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

As seguintes características foram avaliadas: altura da planta, medida da superfície do solo até o ápice da panícula do colmo central, excluída a aresta, quando presente; dias para florescimento, correspondente aos dias para emissão de 50% das panículas, a partir da data de semeio; número de plantas acamadas, correspondente ao número de plantas que apresentarem ângulo de inclinação superior a 45° em relação à vertical, por ocasião da colheita; dias para maturação, correspondente ao número de dias entre a semeadura e a maturação de 50 % dos grãos; produtividade média de grãos, em termos da produção de grãos limpos, corrigidos para 13% de umidade; massa de cem grãos, em uma amostra de cem grãos sadios por parcela.

Os dados experimentais foram submetidos às análises individual e conjunta de variância, com aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade de variâncias residuais. Para as comparações entre as médias de tratamento, foi utilizado o teste de

Tukey, a 5% de probabilidade (aplicativo computacional SISVAR - FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Observa-se, na análise de variância, efeito significativo entre as cultivares para todas as características avaliadas (Tabela 1). Para os ambientes (baixo e alto fósforo), verifica-se efeito significativo apenas para as características número de dias para florescimento e número de dias para maturação. Observa-se ainda a não significância da interação para as características produtividade de grãos, número de dias para

florescimento, acamamento, massa de cem grãos e altura da planta, o que significa que o comportamento dos genótipos independe dos ambientes representados pelos níveis de fósforo e, por isso, esses fatores foram estudados isoladamente. Já para característica número de dias para maturação, houve interação significativa, o que significa que os níveis de fósforo podem ter influenciado, de forma diferenciada, os genótipos avaliados. Dessa forma, para essa variável, foi realizado o desdobramento dos fatores (estudos de genótipos dentro de ambientes).

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para produtividade de grãos (PG), número de dias para florescimento (DF), número de dias para maturação (DM), altura da planta (AP), massa de cem grãos (MCG) e acamamento (AC), de genótipos de arroz, cultivados em dois ambientes (ensaios sob baixa e alta doses de fósforo). *Analysis of variance of grain yield (PG), number of days to flowering (DF), number of days to maturation (DM), plant height (AP), one hundred grain weight (MCG) and lodging (AC) data of upland cultivars of rice plants growing under conditions of low and high P availability.*

| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|-----------------|----|------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | | PG (kg ha ⁻¹) | DF (dias) | DM (dias) | AP (cm) | MCG (g) | AC (nota) |
| Blocos/Ambiente | 6 | 661841,1 ^{ns} | 1,4 ^{ns} | 1,6 ^{ns} | 79,5 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 0,009 ^{ns} |
| Cultivar (C) | 6 | 1680596,2 ^{**} | 1518,9 ^{**} | 288,0 ^{**} | 1143,8 ^{**} | 1,8 ^{**} | 0,66 ^{**} |
| Ambiente (A) | 1 | 55792,4 ^{ns} | 15,0 ^{**} | 41,1 ^{**} | 0,01 ^{ns} | 0,04 ^{ns} | 0,081 ^{ns} |
| Interação C x A | 6 | 323896,7 ^{ns} | 2,4 ^{ns} | 27,9 ^{**} | 53,6 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,04 ^{ns} |
| Resíduo | 36 | 246986,0 | 1,4 | 1,9 | 35,1 | 0,03 | 0,04 |
| Média geral | | 1946,4 | 84,2 | 122,3 | 112,8 | 2,9 | 1,3 |
| C.V. (%) | | 24,53 | 1,35 | 1,07 | 7,43 | 8,98 | 21,96 |

^{ns} não significativo; **, * significativo a 1% e 5% pelo teste F.

Os coeficientes de variação das variáveis produtividade de grãos (CV de 24,53%) e acamamento (CV de 21,93%) podem ser considerados adequados para ensaios sob condições de estresse (BLUM, 1988). GAMA et al. (2002) encontraram coeficiente de variação de 27,5%, sob ambiente de estresse de N, e SANTOS et al. (1998) obtiveram valores de CV de 22,3% e 23,4%, nos ambientes com N (100 kg ha⁻¹ de N) e sem N (sem adubação), respectivamente. No presente estudo, como foi realizada a análise conjunta dos experimentos, o ambiente sob baixo P foi o que mais contribuiu para elevar o valor final desses coeficientes.

Para produtividade de grãos, não foi constatado diferença significativa entre os ambientes de baixo e alto P (Tabela 2). Pode-se inferir, então, que, para as cultivares testadas, o uso de alta dose de P não afetou a produção.

Estes resultados são discordantes dos obtidos por FAGERIA (1991), que constatou aumento na produtividade de grãos do arroz de terras altas mediante o fornecimento de fósforo. Entretanto, verifica-se diferença significativa entre os genótipos, ocasionada, provavelmente, pela existência de diferenças adaptativas entre os materiais avaliados e quanto à eficiência na

absorção e utilização de P em solos de Cerrado.

Das cultivares avaliadas, BRS-Bonança (2.594 kg ha⁻¹) e BRS-Caiapó (2.251 kg ha⁻¹) destacaram-se em relação às demais, já que foram as únicas a diferirem significativamente das cultivares que produziram acima de 1.861 kg ha⁻¹. Contudo, a BRS-Bonança foi o único genótipo a superar a média de produção de terras altas do Estado do Tocantins, que é de 2.512 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008). Deve-se ressaltar ainda a produtividade alcançada pela cultivar tradicional BRS-Caiapó em ambiente de baixo fósforo (2.590 kg ha⁻¹), aproximadamente 680 kg ha⁻¹ mais elevado que o ambiente de alto P (1.912 kg ha⁻¹). Assim sendo, pode-se inferir que essa cultivar é eficiente no uso de fósforo, já que consegue produzir relativamente bem, com pouco nutriente no solo. Segundo MATIAS (2006), as cultivares tradicionais são, de maneira geral, mais eficientes na absorção de fósforo em solos com baixo teor deste nutriente quando comparado com as cultivares modernas (BRS-Bonança). As razões que explicam esta maior absorção estão relacionadas ao maior desenvolvimento do sistema radicular ou à capacidade que essas cultivares tradicionais possuem de abaixar o pH da rizosfera e disponibilizar uma parte do P

fixado (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1981). As cultivares BRS-Sertaneja e BRSMG-Curinga também apresentaram maiores valores de produ-

ção de grãos em ambiente de baixo P, quando comparado aos valores obtidos em ambiente de alto P.

Tabela 2 - Produtividade de grãos e número de dias para florescimento, em genótipos de arroz, cultivados em solo de Cerrado, sob condições de doses de fósforo (P) baixa e alta, no sul do Estado do Tocantins (Gurupi, 2007/2008). *Grain yield and number of days to flowering of upland cultivars of rice plants grown under Cerrado conditions of low and high P availability during the cropping year of 2007/2008. Gurupi, state of Tocantins, Brazil.*

| Genótipos | ^(a) Produtividade de grãos | | | ^(a) Número de dias para florescimento | | |
|---------------|---------------------------------------|-----------|-------------|--|--------|-------------|
| | Baixo P | Alto P | Média Geral | Baixo P | Alto P | Média Geral |
| |(kg ha ⁻¹) | | |(dias) | | |
| BRS-Bonança | 2.458 | 2.729 | 2.594 A | 80,3 | 81,0 | 80,6 D |
| BRS-Caiapó | 2.590 | 1.912 | 2.251 AB | 83,5 | 85,5 | 84,5 B |
| BRS-Sertaneja | 2.330 | 1.951 | 2.141 BC | 82,5 | 85,0 | 83,8 BC |
| BRSMG-Curinga | 2.127 | 1.826 | 1.976 BCD | 82,3 | 84,3 | 83,3 C |
| BRSMG-Conai | 1.847 | 1.875 | 1.861 CD | 70,0 | 70,0 | 70,0 F |
| BRS-Primavera | 1.552 | 1.717 | 1.635 D | 74,5 | 74,5 | 74,5 E |
| Epagri 114 | 942 | 1.394 | 1.168 E | 113,0 | 113,0 | 113,0 A |
| Média Geral | 1.977,9 a | 1.914,8 a | 1.946,35 | 83,7b | 84,75a | 84,23 |
| DMS | | | 343,0 | | | 28,5 |

DMS - diferença mínima significativa. ^(a) Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a característica número de dias para florescimento (Tabela 2), observa-se que o ambiente em que se empregou o menor nível de P antecipou o florescimento das plantas, tornando-as de ciclo mais curto, quando comparado com o ambiente de alto fósforo. A cultivar que apresentou maior número de dias para florescimento foi Epagri-114 (113,0 dias) sendo, portanto, considerada de ciclo tardio. As que apresentaram menor número de dias para o florescimento foram BRSMG-Conai (70 dias) e BRS-Primavera (74,5 dias) sendo, portanto, consideradas precoces. Os demais genótipos apresentaram ciclo médio, com número de dias para o florescimento variando entre 83,3 e 80,7 dias, concordando com dados encontrados em pesquisas nacionais (MAPA, 2008).

Para massa de cem grãos, não foi constatado diferença significativa entre os ambientes de baixo e alto fósforo. Entretanto, observou-se diferença significativa entre os genótipos (Tabela 3). O genótipo que apresentou maior massa de sementes foi o BRS-Caiapó (3,7 g), enquanto o genótipo Epagri-114 apresentou menor massa de sementes (1,6 g). Para a maioria dos genótipos avaliados, verifica-se que as características massa de cem grãos e produtividade de grãos estão correlacionadas, ou seja, os genótipos que apresentaram maiores médias de produtividade também apresentaram médias elevadas de massa de cem grãos, como no caso do genótipo BRS-Caiapó. Baixas médias de produtividades também foram associadas a baixas médias de massa de grãos, como no genótipo Epagri-114. Porém, o genótipo BRS-Bonança apresentou elevada produtividade de grãos e baixa

massa de sementes. GUIMARÃES et al. (2008) e SOARES et al. (1990) também encontraram correlações positivas entre a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos de arroz.

Para característica altura de plantas, semelhante ao ocorrido com produtividade de grãos, não foi constatado diferença significativa entre os ambientes de baixo e alto fósforo (Tabela 3). Estes resultados são discordantes dos obtidos por FAGERIA & BALIGAR (1997), que mostraram efeito do nível de fósforo sobre o crescimento das plantas de arroz de terras altas. Entretanto, observou-se diferença significativa entre as cultivares (Tabela 3). A cultivar que apresentou a maior altura de planta foi BRS-Caiapó (140,8 cm) e a que apresentou menor altura foi Epagri-114 (85,5 cm). De acordo com Embrapa (2008), cultivares que apresentam alturas superiores a 105 cm são consideradas de porte tradicional, e alturas inferiores a 100 cm são de porte baixo.

Das cultivares avaliadas, BRS-Caiapó e BRS-Primavera apresentaram alto índice de acamamento, tanto em ambiente de alto quanto de baixo fósforo (Tabela 3). Esta característica impossibilita a recomendação destes materiais, pois, inviabiliza a colheita mecanizada. Comparando os dados de acamamento com altura de planta, percebe-se que a cultivar mais alta (BRS-Caiapó) apresentou alto índice de acamamento.

Quanto à característica número de dias para maturação, observa-se que, tanto para os ambientes de baixo quanto de alto fósforo, o genótipo Epagri-114 apresentou maior ciclo, podendo, portanto, ser considerado mais tardio que os demais genótipos (Tabela 4).

Tabela 3 - Massa de 100 grãos, altura das plantas e acamamento, em genótipos de arroz, cultivados em solo de Cerrado, sob condições de doses de fósforo (P) baixa e alta, no sul do Estado do Tocantins (Gurupi, 2007/2008). *One hundred grain weight (MCG), plant height (AP) and lodging (AC) data of upland cultivars of rice plants growing under conditions of low and high P availability during the cropping year of 2007/2008. Gurupi, state of Tocantins, Brazil.*

| Genótipos | ^(a) Massa de 100 grãos | | | ^(a) Altura das plantas | | | ^(a) Acamamento | | |
|---------------|-----------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| | Baixo P | Alto P | Média Geral | Baixo P | Alto P | Média Geral | Baixo P | Alto P | Média Geral |
| |(g) |(g) |(g) |(cm) |(cm) |(cm) |(nota) |(nota) |(nota) |
| BRS-Caiapó | 3,9 | 3,5 | 3,7 A | 139,2 | 142,5 | 140,8 A | 2 | 2 | 2 A |
| BRSMG-Conai | 3,4 | 3,3 | 3,3 B | 99,8 | 112,7 | 106,2 D | 1 | 1 | 1 B |
| BRSMG-Curinga | 3,2 | 3,3 | 3,2 B | 110,8 | 109,6 | 110,2 D | 1 | 1 | 1 B |
| BRS-Sertaneja | 3,1 | 3,1 | 3,1 C | 123,1 | 124,0 | 123,5 B | 1 | 1 | 1 B |
| BRS-Bonança | 2,8 | 2,7 | 2,8 D | 113,6 | 104,6 | 109,1 D | 1 | 1 | 1 B |
| BRS-Primavera | 2,8 | 2,7 | 2,8 D | 118,4 | 110,5 | 114,5 C | 2 | 2 | 2 A |
| Epagri 114 | 1,6 | 1,6 | 1,6 E | 85,1 | 85,8 | 85,5 E | 1 | 1 | 1 B |
| Média Geral | 2,9 a | 2,9 a | 2,9 | 112,9 a | 112,8 a | 112,8 | 1 a | 1 a | 1,28 |
| DMS | | | 0,5 | | | 17,3 | | | 1 |

DMS - diferença mínima significativa. ^(a) Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, pertencem ao mesmo grupo estatístico, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Dias para maturação, em genótipos de arroz, cultivados em solo de Cerrado, sob condições de doses de fósforo (P) baixa e alta, na região sul do Estado do Tocantins (Gurupi, 2007/2008). *Days to maturation (DM) of upland cultivars of rice plants grown under Cerrado conditions of low and high P availability during the cropping year of 2007/2008. Gurupi, state of Tocantins, Brazil.*

| Cultivares | ^(a) Dias para maturação | | |
|---------------|------------------------------------|--------|-------------|
| | Baixo P | Alto P | Média Geral |
| Epagri 114 | 135 Aa | 135 Aa | 135 |
| BRS-Sertaneja | 123 Ba | 121 Ba | 122 |
| BRSMG-Curinga | 122 Ba | 121 Ba | 122 |
| BRSMG-Conai | 121 Ba | 121 Ba | 121 |
| BRS-Caiapó | 121 Ba | 121 Ba | 121 |
| BRS-Primavera | 121 Ba | 111 Cb | 116 |
| BRS-Bonança | 120 Ba | 121 Ba | 121 |
| Média Geral | 123,14 | 121,43 | 122,29 |
| DMS | 15 | 24 | |

DMS - diferença mínima significativa. ^(a) Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, pertencem ao mesmo grupo estatístico, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conclusões

Os genótipos de arroz avaliados foram similares quanto à resposta à aplicação de fósforo ao solo.

A cultivar BRS-Bonança foi a que apresentou maior rendimento de grãos nas condições do Cerrado do sul do Tocantins.

O ambiente de baixo fósforo proporcionou a mesma produtividade de grãos, massa de 100 grãos, altura de planta e acamamento, quando comparado ao ambiente de alto fósforo.

O ambiente em que se empregou o maior nível de fósforo retardou o florescimento dos genótipos.

Referências

BLUM, A. **Plant breeding for stress environments**. Boca Raton: CRC Press, 1988.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**. 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/Boletim.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins: Safra 2008/2009**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 136p. (Documento, 227).

- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Upland rice genotypes evaluation for phosphorus use efficiency. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.20, n.4/5, p.499-509, 1997.
- FAGERIA, N. K. Resposta de cultivares de arroz a fertilizante fosfatado em Latossolo Vermelho Escuro do Brasil Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.15, n.1, p.63-7, 1991.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.6, p.777-782, 1981.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação de cultivares de arroz em função de sua tolerância ao baixo nível de fósforo disponível do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.6, n.1, p.146-151, 1982.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2nd.ed. New York: Marcel Dekker, 1997.656p.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).
- GAMA, E. E. G.; MARRIEL, I. E.; GUIMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; PACHECO, C. A. P.; MEIRELES, W. F.; RIBEIRO, P. H. E.; OLIVEIRA, A. C. Combining ability for nitrogen use in a selected set of inbred lines from a tropical maize population. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 68-77, 2002.
- GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; NEVES, P. C. F. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.465-470, 2008.
- MATIAS, G. C. S. **Eficiência nutricional de fontes de fósforo com solubilidade variável em água em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2006. 93f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Esplanada dos Ministérios. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 7 ago. 2008.
- SANTOS, M. X.; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; FRANÇA, G. E.; PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; LOPES, M. A. Melhoramento intrapopulacional no sintético elite NT para solos pobres em nitrogênio: I. Parâmetros genéticos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 55-61, 1998.
- SOARES, P. C.; SILVA, J. C.; RANGEL, P. H. N.; CUTRIM, V. A.; CASTRO, E. M.; CRUZ, C. D. Correlações coeficientes de trilha de caracteres do arroz cultivado em várzea úmida ou sob irrigação com inundação contínua. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.37, n.209, p.1-15, 1990.
- 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.
- TANGUILIG, V. C.; YAMBAO, E. B.; O'TOOLE, J. C.; DE DATTA, S. K. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient up take of rice, maize and soybean. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.103, n.1, p.155-168, 1987.