

ESTUDO DE DEZ GENÓTIPOS DE ARROZ PARA TOLERÂNCIA À SECA NO CERRADO SUL TOCANTINENSE

Thiago Gledson Rios Terra¹, Tarcísio Castro Alves de Barros Leal¹, Paulo Hideo Nakano Rangel², Márcio Elias Ferreira³, Hélio Bandeira Barros¹ (¹*Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, Chácaras 69 a 72, Zona Rural, Caixa Postal 66, 77.402-970, Gurupi – TO. e-mail: tgterra@uft.edu.br* ²*EMBRAPA Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, km 12, Zona Rural, 75.375-000, Santo Antônio de Goiás – GO* ³*EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque Estação Biológica, W5 Norte Final, 70.770-900, Caixa Postal 02372, Brasília – DF*)

Termos para Indexação: arroz, estresse hídrico, genótipos, produtividade, índice de tolerância à seca

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie hidrófila, cultivado em diferentes ecossistemas, temperaturas e regimes hídricos. Conforme Santos e Rabelo (2008), o arroz é a cultura com maior potencial de aumento da produção, tornando-se forte alternativa para o combate à fome que assola o mundo. Aproximadamente 13% do arroz produzido é cultivado sob condição de terras altas, sem qualquer acúmulo de água em superfície, sendo bastante influenciado pelo fator hídrico durante seu desenvolvimento.

O estresse hídrico provoca diversas alterações na planta como redução na abertura de estômatos, diminuição da absorção de CO₂, menor taxa fotossintética, reflexos negativos sobre o vigor e a altura da planta, diminuição da fertilidade do grão de pólen e, conseqüentemente, a redução da produtividade (Bota et al. 2004). Dentre os mecanismos fisiológicos de tolerância à seca, pode-se relacionar o controle da perda de água pelas folhas, a habilidade das raízes explorarem camadas mais profundas do solo, a diminuição no volume das células, a diminuição do tamanho das folhas, a espessura e cerosidade da cutícula foliar, melhor controle estomático, dentre outros (Nguyen et al., 1997).

A seleção de genótipos superiores tem sido dificultada pela carência de informações sobre esses indivíduos, quando submetidos à condição de estresse hídrico. O uso do índice de susceptibilidade à seca (ISS) pode ser eficiente na seleção de indivíduos superiores em condição de estresse hídrico, corrigindo, assim, o rendimento de grãos sob este

tipo de estresse, assegurando que os genótipos selecionados poderão ter traços para a tolerância a seca (Fischer e Maurer, 1987; Ouk et al., 2006; Pantuwan et al., 2002).

Frente a estas considerações, o presente trabalho objetivou avaliar caracteres, relacionados à produtividade, de 10 genótipos de arroz, cultivados sob condição normal de irrigação e de estresse hídrico, no município de Gurupi, região sul do estado do Tocantins.

Materiais e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental do *Campus* Universitário de Gurupi – TO, pertencente à Universidade Federal do Tocantins (UFT), entre os meses de junho e dezembro de 2007, situada a aproximadamente 287 metros de altitude. Caracteriza-se, climaticamente, por temperatura média anual em torno de 26 °C, umidade relativa do ar média de 68,5% e precipitação anual em torno de 1400 mm (Seagro, 2007).

O solo do local é um Latossolo amarelo distrófico, com textura arenosa e pH 5,5. Foram avaliados dez genótipos de arroz, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, submetidos a duas situações de irrigação: sem estresse (conforme a necessidade da cultura, indicado por Stone et al., 1986), e sob estresse hídrico. A semeadura foi realizada em sistema de plantio convencional.

As parcelas foram compostas por quatro linhas de 3 m de comprimento, espaçadas por 0,35 m, com média de 80 sementes por metro linear.

A lâmina de água foi fornecida sem distinção entre os ambientes até os 35 dias após a emergência, por meio de sistema de irrigação formado por um conjunto auto-propelido de barras. Após esse período, foi fornecida para o tratamento com estresse a metade da lâmina de água fornecida no tratamento sem estresse. O turno de rega foi ajustado conforme a evapotranspiração da cultura, com o auxílio de tensiômetros, cuja cápsula porosa dos mesmos encontrava-se a 0,15 m de profundidade no solo. A tensão de água no solo utilizada no experimento foi de 0,035 MPa, conforme descrito por Stone et al. (1986), onde nessas condições havia estresse.

Antecedendo a época da colheita, foram contados em um metro linear de cada parcela, o número de perfilhos e o número de panículas, caracteres relacionados à produção.

Foram coletadas também em cada parcela dez panículas com a finalidade de se obter o número de grãos cheios, o número de grãos vazios, e o peso de cem grãos, permitindo calcular o percentual de esterilidade dos grãos ou espiguetas, tanto no ambiente sem estresse como no ambiente com estresse. Utilizou-se para isso a seguinte fórmula:

$$ES = (GV \times 100) \div TG,$$

onde ES = esterilidade das espiguetas, GV = número de grãos vazios e TG = número total de grãos.

A produtividade dos genótipos foi estimada em função do peso de grãos produzidos nas duas linhas centrais de cada parcela, excluindo-se 0,5 m de suas extremidades.

O índice de susceptibilidade a seca (ISS) foi calculado conforme Fischer & Maurer (1987), a fim de se determinar a superioridade dos genótipos sob condição de estresse ocasionado pela deficiência hídrica. A fórmula utilizada para o cálculo deste índice foi a seguinte:

$$ISS = [1 - (Y_{ce}/Y_{se})] / [1 - (M_{ce}/M_{se})]$$

onde Y_{ce} = produção do genótipo com estresse, Y_{se} = produção do genótipo sem estresse, M_{ce} = média dos genótipos sob estresse e M_{se} = média dos genótipos sem estresse.

Para as análises dos dados utilizou-se o programa Genes (Cruz, 1998).

Resultados e Discussão

Na tabela I são apresentados os valores médios de produção, número de perfilhos e de panículas por metro quadrado.

Tabela I: Produtividade (kg/ha), número de perfilhos por metro quadrado, e número de panículas por metro quadrado em dois ambientes de cultivo: sem estresse hídrico e com estresse hídrico, avaliados no ano de 2007 no município de Gurupi - TO.

Genótipos	Produtividade (Kg/ha)		Nº de perfilhos/m ²		Nº de panículas/m ²				
	S.E.*	C.E.**	S.E.*	C.E.**	S.E.*	C.E.**			
Quebra cacho	4142.86	Aab	2414.29	Ba	244	Aa 157 Ba	215	Aa 123	Ba
Bico de rola	3776.19	Aabcd	1490.50	Bab	231	Aa 153 Aa	170	Aa 115	Aa
Muruim branco	2495.24	Abcd	1271.43	Bab	274	Aa 197 Aa	223	Aa 131	Ba
Santo Américo	3376.19	Aabcd	942.86	Bab	311	Aa 151 Ba	236	Aa 113	Ba
Paulista	4076.19	Aabc	864.29	Bab	279	Aa 184 Ba	234	Aa 154	Ba
Puteca	3204.76	Aabcd	742.86	Bb	246	Aa 174 Aa	193	Aa 141	Aa

Branquinho	3033.33	Aabcd	600.00	Bb	279	Aa	229	Aa	210	Aa	194	Aa
BRS Sertaneja	4490.48	Aa	450.00	Bb	286	Aa	216	Aa	253	Aa	180	Ba
Arroz comprido	2480.95	Acd	214.29	Bb	244	Aa	219	Aa	199	Aa	185	Aa
Agulhinha tardio	2395.24	Ad	14.29	Bb	239	Aa	210	Aa	196	Aa	142	Aa
CV (%)	22.12		49.7		18.94	20.48			21.21	24.92		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

*Ambiente sem estresse hídrico

**Ambiente com estresse hídrico

Quanto à produtividade, observou-se que todos os genótipos apresentaram redução quando submetidos ao estresse hídrico, conforme também encontrado por Ouk et al. (2006), trabalhando com outros materiais de arroz. O genótipo “quebra cacho” apresentou produtividade relativamente alta, em torno de 2,4 toneladas por hectare, quando submetido ao estresse hídrico. Já o genótipo “agulhinha tardio” apresentou produtividade extremamente baixa nessa condição (14,29 kg/ha), demonstrando sua grande susceptibilidade à seca.

Quanto ao número de perfilhos por metro quadrado, verificou-se, em ambos os ambientes, não haver diferença significativa entre os genótipos. Entretanto, observou-se menor número de perfilhos nos genótipos Quebra Cacho, Santo Américo e Paulista, quando cultivados sob estresse hídrico, não havendo diferença quando se considerou os outros materiais. Da mesma forma, com relação ao número de panículas por metro quadrado, observou-se não haver diferença significativa entre os genótipos em ambos os ambientes. Porém, os genótipos Quebra Cacho, Muruim Brando, Santo Américo, Paulista e BRS Sertanejo apresentaram menor número de panículas quando submetidos ao estresse hídrico. Kumar et al. (2007) também encontraram diminuição no número de panículas em diferentes cultivares de arroz quando submetidos ao estresse hídrico. O genótipo Quebra Cacho, apesar de ter produzido menor número de perfilhos e de panícula por metro quadrado, destacou-se dentre os mais produtivos, provavelmente em função de apresentar baixa esterilidade das espiguetas e não apresentar diferenças no número de grãos por panículas, em ambas as condições (tabela II).

Tabela II: Lista de genótipos, número de grãos por panícula, esterilidade das espiguetas em porcentagem, e peso de 100 grãos em gramas, sob dois ambientes de cultivo: sem estresse

hídrico e com estresse hídrico, avaliados no ano de 2007 no município de Gurupi - TO.

Genótipos	Número de grãos/panícula		Esterilidade (%)		Peso de 100 grãos (g)	
	S.E.*	C.E.**	S.E.*	C.E.**	S.E.*	C.E.**
Quebra cacho	124 Ad	100 Abc	23.60 Aa	37.11 Ab	2.92 Ac	2.69 Abc
Bico de rola	162 Aabcd	95 Bbc	18.48 Ba	52.19 Aab	2.99 Abc	2.60 Bbc
Muruim branco	203 Aa	161 Ba	30.32 Aa	43.40 Aab	2.22 Ade	2.23 Ac
Santo Américo	155 Abcd	78 Bc	21.00 Ba	51.23 Aab	3.45 Aab	3.22 Aa
Paulista	129 Acd	97 Bbc	15.70 Ba	35.64 Ab	3.52 Aa	2.69 Bbc
Puteca	128 Acd	81 Bc	23.60 Ba	60.10 Aab	3.51 Aa	2.54 Bbc
Branquinho	115 Ad	75 Bc	17.09 Ba	60.73 Aab	3.72 Aa	2.91 Bab
BRS Sertaneja	173 Aabc	87 Bbc	27.76 Ba	63.32 Aab	3.26 Aabc	2.34 Bc
Arroz comprido	121 Ad	59 Bc	36.29 Ba	81.57 Aa	2.70 Ad	2.39 Bbc
Agulhinha tardio	199 Aab	135 Bab	42.56 Ba	80.06 Aa	1.74 Ae	1.43 Bd
CV (%)	11.08	20.17	9.07	17.59	2.78	9.47

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

*Ambiente sem estresse hídrico

**Ambiente com estresse hídrico

O número de grãos por panícula foi um dos componentes de produção afetado para os dois ambientes a não ser pelo genótipo Quebra Cacho, o qual não apresentou diferenças significativas entre os mesmos. Com relação aos genótipos, observa-se que houve diferenças entre e dentro de cada ambiente. A esterilidade das espiguetas foi outro fator que apresentou diferenças entre os tratamentos, apresentando, com exceção dos materiais Quebra Cacho e Muruim Branco, maior esterilidade no ambiente com estresse. Fukai et al. (1999) relatam que a esterilidade das espiguetas apresenta sensibilidade à seca, sendo refletido diretamente na habilidade dos materiais em manter o potencial de água na folha, de forma que os genótipos com menor potencial de água na folha apresentaram esterilidade mais elevada.

O peso de grãos também foi um fator afetado para a maioria dos genótipos dentro de cada ambiente. Os materiais que não apresentaram diferenças entre os ambientes (Quebra Cacho, Muruim Branco e Santo Américo) mostraram-se mais eficientes na translocação de fotoassimilados para os grãos, podendo apresentar maiores índices de colheita sob condição de estresse hídrico.

A figura I apresenta a produtividade de cada material analisado no ambiente com estresse, e seus respectivos Índices de Susceptibilidade à Seca (ISS).

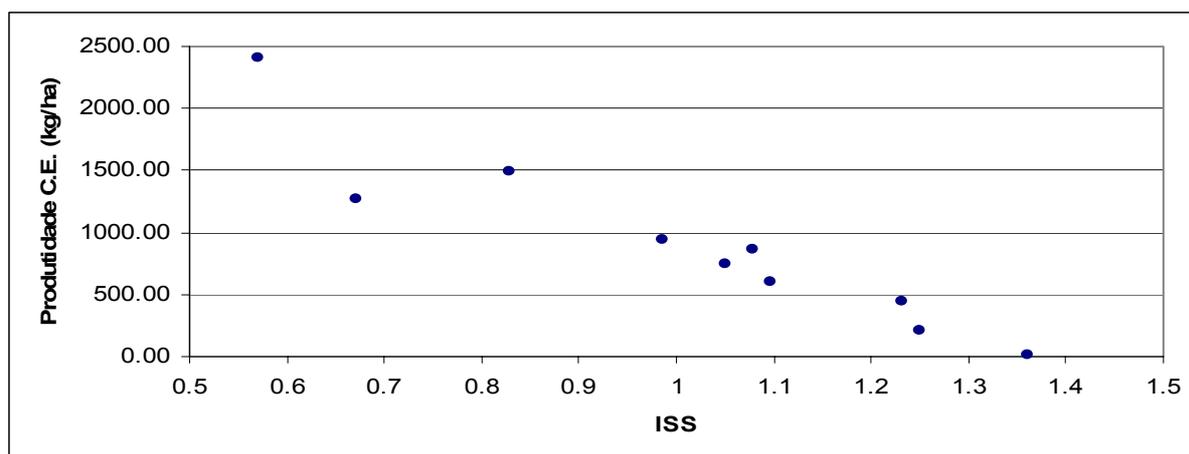


Figura I: Índice de susceptibilidade a seca (Fischer e Maurer (1987) e produtividade sob estresse hídrico (kg/ha), em diferentes genótipos de arroz cultivados na cidade de Gurupi estado do Tocantins entre junho a dezembro de 2007.

Os materiais os quais apresentaram os menores valores do ISS, podem apresentar caracteres morfofisiológicos que contribuam para a tolerância a seca em arroz, passíveis de serem utilizados em programas de melhoramento genético para esse fim (Pantuwan et al., 2002; Ouk et al., 2006). Ressalta-se que os genótipos superiores devem apresentar o ISS baixo e uma produtividade em ambos ambientes relativamente satisfatórias, pois dependendo da condição ambiental, com ou sem estresse hídrico o genótipo selecionado deve apresentar bons índices de colheita. Tal condição é facilmente observada no genótipo Quebra Cacho, o qual apresentou baixo ISS (0,56), aliado à uma alta produtividade (2414 kg/ha), quando cultivado sob estresse hídrico, destacando-se como o material genético mais tolerante a esta condição.

Conclusões

Observou-se, em geral, grande variabilidade entre os genótipos de arroz estudados, destacando-se, entre eles, o Quebra Cacho, o qual situou-se entre os materiais de maior produtividade e, simultaneamente, evidenciou o melhor Índice de Susceptibilidade à Seca, podendo apresentar caracteres morfofisiológicos para tolerância à seca.

Referências Bibliográficas

- BOTA, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress?, **New Phytologist**, n. 162, p. 671–681, 2004
- CRUZ, C. D. Programa GENES: Aplicativo Computacional em Estatística Aplicada à Genética (GENES - Software for Experimental Statistics in Genetics). **Genetics and Molecular Biology**, vol.21, no.1, 1998
- FISCHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I grain yield responses. **Australian Journal of Agricultural Research**, 1978, n. 29, p. 897-912
- FUKAI S, COOPER M. Development of drought-resistant cultivars using physiological traits in rice. **Field Crops Research**. n. 40, p. 67-86, 1995.
- KUMAR, R.; VENUPRASAD, R.; ATLIN, G. N. Genetic analysis of rainfed lowland rice drought tolerance under naturally-occurring stress in eastern India: Heritability and QTL effects. **Field Crops Research**, n. 103, 2007, p. 42–52
- NGUYEN, H. T.; BABU, R. C.; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. **Crop Science**, 37, p. 1426-1437, 1997
- OUK, M.; BASNAYAKE, J.; TSUBO, M.; FUKAI, S.; FISCHER, K. S.; COOPER, M.; NESBITT, H. Use of drought response index for identification of drought tolerant genotypes in rainfed lowland rice, **Field Crops Research**, n. 99, p. 48–58, 2006
- PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREEKUL, S.; O'TOOLE, J. C. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands 2. Selection of drought resistant genotypes. **Field Crops Research**, n. 73, 2002, p. 169-180
- SANTOS, A. B. dos; RABELO, R. R. **Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins**. Embrapa Arroz e Feijão, Documentos 218, Santo Antonio de Goiás, 2008, 136 p.
- SEAGRO, Secretaria da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, **Condições Ambientais**, Governo do Estado do Tocantins, Disponível em: <http://www.to.gov.br/seagro/v_menu.php?id=603> Acesso em: 05/02/2007
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. Tensão da água no solo e produtividade do arroz, Circular Técnico 19, **Embrapa – Cnpaf**, Goiânia, 1986, 6p