

## Desempenho de Genótipos de Arroz sob Deficiência Hídrica e Irrigação Adequada

Cleber Morais Guimarães<sup>1</sup>  
Luís Fernando Stone<sup>2</sup>  
Adriano Pereira de Castro<sup>3</sup>  
Guilherme de Brito e Lima<sup>4</sup>

### Introdução

O arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) é muito cultivado na região do Cerrado, onde ocorre distribuição irregular de chuvas durante o ciclo da cultura, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro (PINHEIRO, 2003), quando o balanço de água no solo pode ficar negativo e a planta ser submetida à deficiência hídrica. O arroz é uma das culturas mais influenciadas por esse estresse abiótico. Quando as exigências hídricas da cultura são satisfeitas, obtêm-se bons níveis de produtividade. Entretanto, quando isso não ocorre, podem-se esperar frustrações de safras, que serão proporcionais à duração e à intensidade das condições climáticas adversas. Nessas circunstâncias, recomendam-se irrigações complementares para manter o crescimento e a produtividade da planta, entretanto essas, muitas das vezes, são inviáveis pela indisponibilidade hídrica ou por outros motivos. Considerando-se o exposto, é recomendável que as novas cultivares apresentem alto potencial de produtividade para atender aos sistemas hídricos favorecidos e adaptabilidade a períodos de deficiência hídrica.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de genótipos de arroz de terras altas, em ambientes de irrigação adequada e de deficiência hídrica.

### Avaliação de genótipos

Foram conduzidos dois experimentos, um irrigado adequadamente (Figura 1) e o outro sob deficiência hídrica. Eles foram conduzidos na entressafra de 2009, na Estação Experimental de Porangatu-GO, em um Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa. A análise química do solo, na camada de 0 cm - 20 cm de profundidade, apresentou os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O) 5,5; Ca<sup>2+</sup> 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg<sup>2+</sup> 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P 2,9 mg dm<sup>-3</sup> e K 59 mg dm<sup>-3</sup>, Cu 0,8 mg dm<sup>-3</sup>, Zn 0,8 mg dm<sup>-3</sup>, Fe 46 mg dm<sup>-3</sup>, Mn 31 mg dm<sup>-3</sup> e MO 19 g dm<sup>-3</sup>, determinadas segundo metodologia apresentada (CLAESSEN, 1997). Adotou-se o delineamento de blocos casualizados com três repetições e foram avaliados 15 genótipos de arroz de terras altas com divergência fenotípica para tolerância à deficiência hídrica. Os experimentos foram analisados conjuntamente e aplicou-se o teste

<sup>1</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, cleber@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, stone@cnpaf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Arroz, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, apcastro@cnpaf.embrapa.br

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, estagiário da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, oblongui@hotmail.com

de Scott-Knott na comparação das médias. Adotou-se a adubação e as demais práticas agrônômicas recomendadas para a cultura. O primeiro experimento, irrigado adequadamente, foi mantido em condição adequada de água no solo durante todo o desenvolvimento das plantas e o outro apenas até aos 25 dias após a emergência, quando foi aplicada a deficiência hídrica. Para tanto, foram efetuadas irrigações no primeiro experimento e durante a fase sem deficiência hídrica do segundo experimento com lâminas de água de aproximadamente 25 mm quando o potencial da água no solo, a 15 cm de profundidade, medido com tensiômetro, atingia - 0,025 MPa (STONE et al., 1986). Durante o período de deficiência hídrica do segundo experimento, a irrigação foi feita com aproximadamente a metade da lâmina de água aplicada no experimento sem deficiência hídrica. Avaliaram-se a produtividade, a esterilidade de espiguetas, a fertilidade de perfilhos, o número de grãos por panícula, o número de panículas por m<sup>2</sup>, a massa de 100 grãos, a altura das plantas e o número de dias da semeadura até a floração das plantas.



**Figura 1.** Genótipos de arroz de terras altas irrigados adequadamente. Porangatu-GO, 2009.

Verificou-se que a produtividade e todos os demais componentes agrônômicos avaliados foram influenciados significativamente pelos tratamentos hídricos. As produtividades médias dos tratamentos com deficiência hídrica e irrigado adequadamente foram de 1.614 kg ha<sup>-1</sup> e 3.866 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, portanto, a deficiência hídrica ocasionou redução média de 58% da produtividade. Observou-se também que os genótipos diferiram significativamente entre si em termos de produtividade e de todos os demais componentes

avaliados. Os tratamentos hídricos afetaram diferentemente a produtividade, a esterilidade das espiguetas, a fertilidade de perfilhos e a massa de 100 grãos, pois se observaram que as interações níveis hídricos x genótipos foram significativas para esses componentes, portanto, conduziu-se a análise individual dos experimentos para essas variáveis. O teste de Scott-Knott, à 5%, dividiu os genótipos quanto à capacidade produtiva em condições de deficiência hídrica em dois grupos (Tabela 1). No grupo mais produtivo foram classificados os genótipos BRA 01600, 2.997 kg ha<sup>-1</sup>; CA870139 (Noventinha), 2.669 kg ha<sup>-1</sup>; CA870092 (Branquinho), 2.486 kg ha<sup>-1</sup>; BRA 032033, 2.279 kg ha<sup>-1</sup>; CA780329 (Comum Creolo), 2.177 kg ha<sup>-1</sup>; CA780336 (Pratão Goiano), 2.033 kg ha<sup>-1</sup>; CNAs 9019 (BRS Pepita), 1.988 kg ha<sup>-1</sup> e BRA 032048, 1.923 kg ha<sup>-1</sup>. Entre esses genótipos, o BRA 01600, 4.395 kg ha<sup>-1</sup>; CA870139 (Noventinha), 4.525 kg ha<sup>-1</sup>; CA870092 (Branquinho) 4527 kg ha<sup>-1</sup>; BRA 032033, 4268 kg ha<sup>-1</sup> e CNAs 9019, 5212 kg ha<sup>-1</sup>, também foram classificados no grupo mais produtivo quando irrigados adequadamente. Os genótipos CA780336 (Pratão Goiano), 3.746 kg ha<sup>-1</sup>; e BRA 032048, 3.859 kg ha<sup>-1</sup>, foram classificados no segundo grupo mais produtivos quando irrigados adequadamente e o genótipo CA780329 (Comum Creolo), 3.184 kg ha<sup>-1</sup>, foi classificado no terceiro grupo mais produtivo quando irrigado adequadamente. Os dados dos componentes de produtividade são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os coeficientes de correlação entre os parâmetros avaliados sob condições de deficiência hídrica e de irrigação adequada, respectivamente. Observou-se que os genótipos mais produtivos sob condições de deficiência hídrica foram aqueles com menor esterilidade de espiguetas,  $r = -0,78$  ( $p < 0,01$ ) e com maior fertilidade de perfilhos,  $r = 0,503$  ( $p = 0,05$ ). Verificou-se, adicionalmente, que a alta densidade de panículas por m<sup>2</sup> ocasionou redução da massa dos grãos,  $r = -0,615$  ( $p < 0,01$ ) e no número de grãos por panícula,  $r = -0,441$  ( $p < 0,01$ ). Finalmente, observou-se que a floração tardia induziu à redução da massa dos grãos,  $r = -0,578$  ( $p = 0,02$ ) e aumentou o número de panículas por m<sup>2</sup>,  $r = 0,669$  ( $p < 0,01$ ), e que plantas mais altas apresentaram maior massa dos grãos,  $r = 0,689$ , ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 1.** Produtividade (PROD), esterilidade de espiguetas (EE), fertilidade de perfilhos (FPE) e massa de 100 grãos (P100) dos genótipos avaliados sob condições de deficiência hídrica (c/def) e sem deficiência hídrica (s/def).

Genótipos (n°.)	Genótipos (nome)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )		EE (n°.)		FPE (%)		P100 (g)	
		c/def hídric	s/def hídric	c/def hídric	s/def hídric	c/def hídric	s/def hídric	c/def hídric	s/def hídric
BRA 01600		2997 a	4395 a	33,11 b	20,34 b	93,00 a	93,04 a	2,23 d	2,40 d
CA870139	Noventinha	2669 a	4525 a	33,01 b	24,59 a	87,94 b	91,27 a	2,50 c	2,45 d
CA870092	Branquinho	2486 a	4527 a	24,81 b	14,37 b	96,27 a	97,16 a	3,29 a	3,48 a
BRA 032033		2279 a	4268 a	34,16 b	24,58 a	94,29 a	94,21 a	2,51 c	2,56 c
CA780329	Comum Creolo	2177 a	3184 c	27,48 b	17,01 b	95,29 a	96,90 a	3,15 a	3,25 b
CA780336	Pratão Goiano	2033 a	3746 b	35,97 b	12,25 b	94,28 a	97,86 a	3,36 a	3,51 a
CNAs 9019	BRS Pepita	1988 a	5212 a	36,25 b	20,06 b	91,89 a	95,66 a	2,08 d	2,41 d
BRA 032048		1923 a a	3859 b	46,04 b	25,16 a	87,28 b	91,39 a	2,20 d	2,50 d
CA870177	Arroz Roxo Caqui	1269 b	3015 c	32,32 b	24,24 a	89,31 b	93,94 a	2,04 d	2,60 c
CNA0004623	Pico Negro	1250 b	3767 b	28,94 b	16,76 b	79,98 b	89,38 a	2,89 b	3,09 b
BRA 042048		1029 b	4906 a	63,15 a	19,57 b	83,25 b	93,98 a	2,51 c	2,56 c
CNA0001420	Carreon	761 b	1372 d	76,71 a	31,30 a	95,74 a	86,76 a	2,05 d	2,12 e
	BRS Soberana	739 b	2813 c	71,15 a	23,90 a	88,03 b	97,48 a	2,40 c	2,53 d
CA980023	Arroz Canela de Ferro	411 b	3583 b	93,36 a	18,46 b	82,95 b	98,32 a	2,45 c	2,69 c
CA790301	Ligeiro	204 b	4823 a	59,50 a	9,42 b	87,82 b	94,18 a	2,25 d	2,70 c
Médias		1614	3866	46,40	20,13	89,82	94,10	2,53	2,72

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Número de grãos por panícula (GPA), número de panículas por m<sup>2</sup> (PAM), floração (FLO) e altura das plantas (ALT).

Genótipos (n°.)	Genótipos (nome)	GPA (n°.)	PAM (n°.)	FLO (DAS)	ALT (cm)
BRA 01600		148,6 a	244,6 b	80 b	94,2 c
CA870139	Noventinha	121,9 b	223,3 b	68 e	92,1 c
CA870092	Branquinho	121,3 b	205,0 b	67 e	96,8 b
BRA 032033		141,7 a	278,3 b	75 c	84,9 d
CA780329	Comum Creolo	130,2 a	205,8 b	72 d	104,9 a
CA780336	Pratão Goiano	121,0 b	183,3 b	73 d	107,1 a
CNAs 9019	BRS Pepita	141,4 a	307,5 b	73 d	90,8 c
BRA 032048		153,4 a	251,7 b	81 b	82,5 d
CA870177	Arroz Roxo ou Caqui	118,7 b	316,7 b	80 b	90,5 c
CNA0004623	Pico Negro	108,3 b	192,9 b	64 f	92,3 c
BRA 042048		138,5 a	208,8 b	77 c	97,2 b
CNA0001420	Carreon	78,1 d	470,8 a	86 A	94,3 c
	BRS Soberana	98,1 c	225,0 b	68 E	86,2 d
CA980023	Arroz Canela de Ferro	150,7 a	188,8 b	76 C	92,8 c
CA790301	Ligeiro	121,5 b	217,9 b	71 D	87,2 d
Médias		126,2	248,0	74	92,9

DAS – n°. de dias após a semeadura - médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Coeficiente de correlação linear entre as médias da produtividade de grãos (PROD), esterilidade de espiguetas (EE), fertilidade de perfilhos (FPE), massa de 100 grãos (P100), número de grãos por panícula (GPA), número de panículas por m<sup>2</sup> (PAM), floração (FLO) e altura das plantas (ALT), sob deficiência hídrica.

	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	EE (%)	FPE (%)	P100 (g)	GPA (n°.)	PAM (n°.)	FLO (DAS)
EE (%)	-0,78**						
FPE (%)	0,503*	-0,348 <sup>ns</sup>					
P100 (g)	0,315 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	0,197 <sup>ns</sup>				
GPA (n°.)	0,363 <sup>ns</sup>	-0,155 <sup>ns</sup>	-0,145 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>			
PAM (n°.)	-0,125 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,393 <sup>ns</sup>	-0,615**	-0,441**		
FLO (DAS)	-0,09 <sup>ns</sup>	0,338 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	-0,578*	0,118 <sup>ns</sup>	0,669**	
ALT (cm)	0,233 <sup>ns</sup>	-0,214 <sup>ns</sup>	0,324 <sup>ns</sup>	0,689**	-0,114 <sup>ns</sup>	-0,233 <sup>ns</sup>	-0,092 <sup>ns</sup>

DAS – n°. de dias após a semeadura.

\*\*, \*, <sup>ns</sup> – respectivamente significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo.

**Tabela 4.** Coeficiente de correlação linear entre as médias da produtividade de grãos (PROD), esterilidade de espiguetas (EE), fertilidade de perfilhos (FPE), massa de 100 grãos (P100), número de grãos por panícula (GPA), número de panículas por m<sup>2</sup> (PAM), floração (FLO) e altura das plantas (ALT), sob irrigação adequada.

	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	EE (%)	FPE (%)	P100 (g)	GPA (n°.)	PM (n°.)	FLO (DAS)
EE (%)	-0,523*						
FPE (%)	0,292 <sup>ns</sup>	-0,541*					
P100 (g)	0,14 <sup>ns</sup>	-0,73**	0,512*				
GPA (n°.)	0,656**	-0,219 <sup>ns</sup>	0,373 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>			
PAM (n°.)	-0,54*	0,717**	-0,591*	-0,633**	-0,441 <sup>ns</sup>		
FLO (DAS)	-0,392 <sup>ns</sup>	0,549*	-0,335 <sup>ns</sup>	-0,564*	0,118 <sup>ns</sup>	0,669**	
ALT (cm)	-0,089 <sup>ns</sup>	-0,409 <sup>ns</sup>	0,293 <sup>ns</sup>	0,623**	-0,114 <sup>ns</sup>	-0,233 <sup>ns</sup>	-0,092 <sup>ns</sup>

DAS – n°. de dias após a semeadura.

\*\*, \*, <sup>ns</sup> – respectivamente significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo.

Sob condições de irrigação adequada, a esterilidade de espiguetas, assim como observado sob condições de deficiência hídrica, comprometeu a produtividade,  $r = -0,523$  ( $p=0,04$ ). Verificou-se também que quanto maior o número de grãos por panículas maior a produtividade,  $r=0,656$  ( $p<0,01$ ), e que o número de panículas por  $m^2$  e a produtividade correlacionaram-se negativamente,  $r = -0,54$  ( $p=0,04$ ). Esse efeito ocorreu pelo aumento da esterilidade espiguetas,  $r=0,717$  ( $p<0,01$ ), pela redução da fertilidade de perfilhos,  $r=-0,591$  ( $p=0,02$ ), e redução da massa de 100 grãos,  $r=-0,633$  ( $p<0,01$ ). Finalmente, observou-se que as plantas mais tardias apresentaram maior esterilidade de espiguetas,  $r = 0,549$  ( $p=0,03$ ), grãos mais leves,  $r = -0,564$  ( $p=0,03$ ), e maior número de panículas por  $m^2$ ,  $r = 0,669$  ( $p<0,01$ ).

## Conclusões

Os genótipos BRA 01600, CA870139 (Noventinha), CA870092 (Branquinho), BRA 032033, CA780329 (Comum Creolo), CA780336 (Pratão Goiano), CNAs 9019 (BRS Pepita) e BRA 032048 foram classificados no grupo mais produtivo sob condições de deficiência hídrica.

Os genótipos BRA 01600, CA870139 (Noventinha), CA870092 (Branquinho), BRA 032033 e CNAs 9019 (BRS Pepita) também foram classificados no grupo mais produtivo quando irrigados adequadamente.

A produtividade sob condições de deficiência hídrica foi afetada principalmente pelo aumento na

esterilidade das espiguetas e redução na fertilidade dos perfilhos.

Em condições não-limitantes de água no solo, a produtividade é favorecida pela redução da esterilidade das espiguetas, aumento do número de grãos na panícula e adequação no número de panículas por  $m^2$ .

## Agradecimentos

Ao auxiliar Ramatis Justino da Silva, pelo auxílio na condução dessa pesquisa, e à Estação Experimental da Emater, em Porangatu, pela disponibilização da infraestrutura.

## Referências

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).

PINHEIRO, B. da S. Integrating selection for drought tolerance into a breeding program: the Brazilian experience. In: FISHER, K. S.; LAFITTE, R.; FUKAI, S.; ATLIN, G.; HARDY, B. (Ed.). **Breeding rice for drought-prone environments**. Los Baños: International Rice Research Institute, 2003. p. 75-83.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPQ, 1986. 6 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado técnico, 19).

### Comunicado Técnico, 194

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Arroz e Feijão**  
 Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural Caixa Postal 79  
 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
**Fone:** (62) 3533 2123  
**Fax:** (62) 3533 2100  
**E-mail:** sac@cnpaf.embrapa.br



1ª edição  
 Versão online (2010)

### Comitê de publicações

**Presidente:** Luís Fernando Stone  
**Secretário-Executivo:** Luiz Roberto R. da Silva  
**Membro:** Flávia Aparecida Alcântara  
 Alexandre Bryan Heinemann

### Expediente

**Supervisão editorial:** Camilla Souza de Oliveira  
**Revisão de texto:** Camilla Souza de Oliveira  
**Normalização bibliográfica:** Ana Lúcia D. de Faria  
**Tratamento das ilustrações:** Fabiano Severino  
**Editoração eletrônica:** Fabiano Severino