

# Características de tolerância à seca em genótipos de uma coleção nuclear de arroz de terras altas

Thiago Gledson Rios Terra<sup>(1)</sup>, Tarcísio Castro Alves de Barros Leal<sup>(2)</sup>,  
Paulo Hideo Nakano Rangel<sup>(3)</sup> e Aluízio Borém de Oliveira<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-900 Viçosa, MG, Brasil. E-mail: tgterra@uft.edu.br, borem@ufv.br <sup>(2)</sup>Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural, Caixa Postal 66, CEP 77402-970 Gurupi, TO, Brasil. E-mail: tarcisio@uft.edu.br <sup>(3)</sup>Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Zona Rural, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil. E-mail: paulo.hideo@embrapa.br

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfofisiológicas relacionadas à tolerância ao estresse hídrico em genótipos de uma coleção nuclear temática de arroz de terras altas, bem como identificar os materiais mais tolerantes. Foram avaliados 100 genótipos de arroz de terras altas em experimentos conduzidos com e sem estresse por deficiência hídrica. Os genótipos tenderam a aumentar o número de dias para o florescimento (FLO) e a diminuir a altura (ALT), na condição de estresse, mas manifestaram ampla variação de comportamento. A esterilidade das espiguetas (EST) foi a característica mais importante para a seleção, nas duas condições de cultivo, em razão de sua elevada correlação negativa com a produtividade. O número de perfilhos não diferiu entre os genótipos na condição sem estresse, mas houve diferença significativa sob estresse hídrico. Os genótipos Ligeiro e Canela de Ferro apresentaram baixos índices de susceptibilidade à seca (ISS), mas baixa produtividade em ambas as condições de cultivo; já os materiais Catetão, Jatobá e Arroz do Maranhão apresentaram elevada produtividade sob estresse e valores de ISS relativamente baixos. EST, FLO, ALT e ISS são características morfofisiológicas relacionadas à tolerância à seca, e os genótipos Catetão, Jatobá e Arroz do Maranhão podem constituir boas fontes de genes para tolerância à seca em programas de melhoramento.

**Termos para indexação:** *Oryza sativa*, arroz de sequeiro, estresse abiótico, estresse hídrico, índice de susceptibilidade, variabilidade genética.

## Drought tolerance traits in genotypes from an upland rice core collection

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate morphophysiological traits related to drought stress tolerance in genotypes from a thematic upland rice core collection, and to identify the most tolerant materials. One hundred upland rice genotypes were evaluated in experiments carried out with or without drought stress. The genotypes tended to increase the number of days to flowering (FLO) and to decrease plant height (ALT) under stress condition, but showed a great variation in behavior. Spikelet sterility (EST) was the most important trait for selection, in both growing conditions, because of its high negative correlation with yield. The number of tillers did not differ among genotypes, under no stress condition, but there was a significant difference under stress condition. The Ligeiro and Canela de Ferro genotypes showed low drought susceptibility indexes (SID), but low yields in both growing conditions; the Catetão, Jatobá, and Arroz do Maranhão materials had high productivity under stress and relatively low SID values. EST, FLO, ALT, and SID are morphophysiological traits related to drought tolerance, and the Catetão, Jatobá, and Arroz do Maranhão genotypes can be a good source of genes for drought tolerance in breeding programs.

**Index terms:** *Oryza sativa*, upland rice, abiotic stress, drought stress, susceptibility index, genetic variability.

## Introdução

A maior parte da produção agrícola no Brasil, principalmente a de cereais e oleaginosas, ocorre no verão, quando o suprimento hídrico necessário para o desenvolvimento da cultura provém unicamente das chuvas, no sistema de cultivo em sequeiro. Em muitas

regiões do País, notadamente no ecossistema Cerrado, é comum a ocorrência de um período de seca denominado de “veranico”, caracterizado pela ausência temporária de chuvas durante a estação chuvosa.

O estresse hídrico afeta diversos processos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos nas plantas, e as respostas comumente dependem do genótipo, do

estádio de desenvolvimento da planta, e da duração e da severidade do estresse (Vidal et al., 2005). Em plantas sob essa condição, há aumento da resistência difusiva ao vapor de água mediante o fechamento dos estômatos, o que reduz a transpiração e o suprimento de CO<sub>2</sub>, além de diminuir o crescimento celular e aumentar a fotorrespiração (Shinozaki & Yamaguchi-Shinozaki, 2007). Esses efeitos resultam em perda de vigor, diminuição na altura da planta, aumento na esterilidade do grão de pólen e redução na produtividade (Jongde et al., 2006; Jagdish et al., 2007; Jin et al., 2013).

Características para tolerância à seca em arroz estão relacionadas à capacidade de uso moderado de água pelas plantas, à redução na área foliar (Nguyen et al., 1997) e à habilidade das raízes em explorar camadas mais profundas do solo (Uga et al., 2013).

A melhoria na estabilidade da produção dos genótipos em ambientes propensos ao déficit hídrico é de grande importância para a cultura do arroz de sequeiro e pode ser feita por meio do melhoramento, pela identificação das características que possam contribuir para a tolerância à seca (Babu et al., 2003). A busca por cultivares de arroz de terras altas tolerantes à seca é reconhecida como a estratégia mais eficiente para aliviar a insegurança alimentar causada pela escassez de água (Huang et al., 2007). Nesse sentido, a avaliação dessa característica em uma coleção nuclear temática para tolerância à seca, que necessariamente apresenta grande variação genética para a característica, tem grande relevância.

O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfofisiológicas relacionadas à tolerância ao estresse hídrico em genótipos de uma coleção nuclear temática de arroz de terras altas, bem como identificar os materiais mais tolerantes.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido de junho a novembro de 2007, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi. Nesse período, as temperaturas máxima e mínima ficaram em torno de 35 e 15°C, respectivamente; a umidade relativa do ar foi de aproximadamente 12%; e houve ausência de chuvas de junho a setembro, e chuvas esporádicas em outubro e novembro.

Foram avaliados 86 acessos componentes da coleção nuclear temática de arroz para tolerância à seca (Pessoa-Filho et al., 2007), além de 14 cultivares

e linhagens que serviram de testemunhas. Planejou-se o uso do delineamento experimental de látice triplo 10x10. No entanto, em razão da perda do tratamento 82 (Caiana Grande) e da baixa eficiência do látice, optou-se pelo uso do delineamento de blocos ao acaso, que é uma alternativa ao delineamento em látice (Centeno, 2001), com três repetições. As parcelas foram formadas por quatro linhas de 3,0 m de comprimento, espaçadas em 0,35 m. A densidade de semeadura utilizada foi de 80 sementes por metro.

A adubação de plantio foi feita com formulação N-P-K mais Zn, nas proporções de 12, 90, 48 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e ZnSO<sub>4</sub>, respectivamente. A semeadura foi realizada sob plantio convencional. As adubações de cobertura foram feitas a lanço, aos 20 e 90 dias após a emergência (DAE) das plantas, tendo-se utilizado 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, em cada aplicação.

A área experimental foi irrigada sem distinção entre os tratamentos, até aos 35 DAE, com uso de conjunto autopropelido formado por carrinho com barras laterais dotadas de válvulas reguladoras de pressão, na saída dos bicos dissipadores. Após esse período, o tratamento sob estresse hídrico recebeu metade da lâmina de água fornecida no tratamento sem estresse, até ao final do ciclo das plantas. Para a condição sem estresse, considerou-se uma tensão de água no solo de até 25 kPa (Stone et al., 1986). O turno de rega foi ajustado conforme a evapotranspiração da cultura, avaliada com auxílio de tensiômetros instalados com cápsula porosa a 0,15 m de profundidade no solo.

Aos 25 dias após o início do estresse, iniciaram-se as coletas de dados para avaliação de: temperatura do dossel foliar (TDF); floração média (FLO), equivalente ao número de DAE até que 50% dos perfilhos estivessem floridos; altura de planta (ALT), medida em centímetros, em dez plantas por parcela, do solo à extremidade do perfilho mais alto; número de perfilhos (PER) e panículas por planta (PAN), medido pela contagem em 1,0 m de sulco, na época de colheita, e transformado para metro quadrado; percentagem de esterilidade de espiguetas (EST); peso de 100 grãos (P100), em gramas; índice de susceptibilidade à seca (ISS), descrito adiante; e produtividade média de grãos, estimada a partir da colheita das duas linhas centrais das parcelas, tendo-se excluído 0,5 m das extremidades.

A TDF foi avaliada com cinco leituras e duas repetições por leitura, o que totalizou dez estimativas de temperatura em cada parcela. As leituras foram feitas com termômetro a laser Raynger ST (Raytek

Corporation, Santa Cruz, CA, USA) colocado a 10 cm do dossel foliar, imediatamente antes da irrigação, nos horários mais quentes do dia, entre 12h30 e 14h00; ou seja, teoricamente, a temperatura foi medida com o nível mais elevado de tensão de água no solo, tanto no tratamento com estresse quanto no sem.

A EST foi obtida pela contagem dos grãos cheios e vazios em uma amostra de dez panículas maduras por parcela experimental. Para as análises de variância, esses dados foram transformados pela expressão  $(x + 1)^{0.5}$ .

O ISS foi calculado de acordo com Fischer & Maurer (1978), com a fórmula:  $ISS = [1 - (Y_{ce}/Y_{se})]/IE$ , em que:  $Y_{ce}$  é a produtividade do genótipo sob estresse;  $Y_{se}$  é a produtividade sem estresse; e  $IE$  é a intensidade do estresse aplicado. A intensidade do estresse foi considerada como:  $IE = 1 - (P_{ce}/P_{se})$ , em que  $P_{ce}$  é a produtividade média do ensaio com estresse, e  $P_{se}$  é a produtividade média do ensaio sem estresse.

As análises estatísticas foram feitas com o programa Genes (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil). O teste de agrupamento de médias utilizado foi o de Scott-Knott, para os genótipos, e o de Tukey, para os ambientes. Além disso, avaliou-se a estimativa de correlações entre as características avaliadas nos dois ambientes.

## Resultados e Discussão

Na análise de variância conjunta (Tabela 1), a única característica que não sofreu efeito dos tratamentos foi a temperatura do dossel foliar. A análise evidenciou ainda que os genótipos foram bastante sensíveis às diferentes condições de cultivo avaliadas.

Apesar do baixo coeficiente de variação, os genótipos não diferiram significativamente entre si, quanto à característica TDF (Tabela 2). Entretanto, houve diferenças significativas entre os ambientes de cultivo, nas avaliações individuais para cada cultivar, tendo-se observado tendência de aumento de temperatura na condição estressada, com aumento médio de 4,04°C na TDF. A variedade Palha Murcha apresentou o maior aumento, de 6,99°C. A redução na abertura estomática é, possivelmente, a responsável pelo aumento na TDF, por reduzir o fluxo transpiratório, que é o principal meio de dissipação térmica das plantas. Jagadish et al. (2007) ressaltaram que TDF elevadas podem aumentar a esterilidade das espiguetas. Contudo, essa variável não se correlacionou com nenhuma outra, na avaliação entre os dois ambientes (Tabela 3).

Quanto à variável FLO, verificaram-se diferenças altamente significativas entre as duas condições de cultivo (Tabela 1), mas com grande amplitude de variação nos resultados (Tabela 2). Por se tratar de uma coleção nuclear, que, por definição, abarca grande diversidade genética, esse resultado era esperado. Assim, foram observados genótipos de ciclo muito curto, como o 64 Dias (67 e 76 DAE nas condições sem e com estresse de seca, respectivamente), até muito tardios, como o Tapuripa (156 e 160 DAE, nas duas condições, respectivamente). O período de florescimento pode ser usado como alternativa, no manejo de variedades para escape à seca. Além disso, há relatos de que plantas sob condições moderadas de estresse hídrico aceleram o florescimento e o enchimento dos grãos, antes que ele se torne muito severo (Xu et al., 2005). No entanto, no presente trabalho, houve aumento médio de 17 dias para FLO, na

**Tabela 1.** Análise de variância conjunta nos ambientes sem e com estresse hídrico, para as características: temperatura do dossel foliar (TDF), número de dias da emergência à floração média (FLO), altura de planta (ALT), produtividade de grãos (PRO), percentagem de esterilidade de espiguetas (EST), peso de 100 grãos (P100), e número de perfilhos (PER) e panículas (PAN) por metro.

FV	GL	TDF	FLO	ALT	PRO	EST <sup>(1)</sup>	P100	PER	PAN
Blocos	2	19,54	259,29	577,85	45.104,57	1,29	0,20	41.895,13	32.177,75
Tratamentos (T)	98	3,26 <sup>ns</sup>	1.721,4**	1.473,10**	42.489,88**	6,02**	1,27**	4.568,10**	3.095,48**
Ambientes (A)	1	2.429,04**	46.862,25**	57.763,43**	10.594.160,90**	816,01**	27,24**	421,35**	757.295,96**
T vs. A	98	3,29 <sup>ns</sup>	100,46**	107,13*	18.105,91**	1,23*	0,14**	1.873,03 <sup>ns</sup>	1.376,46 <sup>ns</sup>
Resíduo	394	3,04	31,24	77,26	8.906,33	0,81	0,04	2.110,96	1.706,21
Média		36,94	121,39	108,48	259,90	6,43	2,64	226,88	179,17
CV (%)		4,73	4,60	8,13	35,48	14,00	7,20	20,29	22,91

<sup>(1)</sup>Dados transformados para  $(x + 1)^{0.5}$ . <sup>ns</sup>Não significativo. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

condição de estresse (Tabela 2). Essa variação entre os ambientes de cultivo pode ser atribuída à necessidade do genótipo de priorizar a formação de raízes, ou de

outras partes vegetativas da planta, sob a condição de estresse (Uga et al., 2013), no intuito de aumentar a produção de fotoassimilados.

**Tabela 2.** Médias nas condições sem (SE) e com estresse (CE), das variáveis: temperatura do dossel foliar (TDF), número de dias da emergência à floração média (FLO), altura de planta (ALT), percentagem de esterilidade de espiguetas (EST), peso de 100 grãos (P100), produtividade de grãos (PRO), número de perfilhos (PER) e panículas (PAN) por metro, e índice de suscetibilidade à seca (ISS) dos 86 acessos que compõem a coleção nuclear temática para tolerância à seca, e de 14 cultivares ou linhagens de arroz de sequeiro (*Oryza sativa*)<sup>(1)</sup>.

Lista de genótipos	TDF (°C)		FLO		ALT (cm)		EST (%)		P100 (g)		PRO (g parcela <sup>-1</sup> )		PER		PAN		ISS
	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	
Cateto Seda	34,6Ba	39,4Aa	92Bh	117Ae	115Ad	96Bd	34Bc	73Aa	3,49Ac	2,53Bb	171Ac	12,9Bc	306Aa	182Bb	255Aa	132Bb	1,37a
Maruim	35,7Ba	39,8Aa	123Bd	137Ac	124Ac	99Bc	33Bc	57Ab	2,18Ai	2,06Ac	245Ab	38,6Bc	295Aa	185Bb	241Aa	134Bb	1,24a
Cajueiro Liso	35,7Ba	39,2Aa	118Bd	133Ac	135Ac	107Bc	11Be	31Ac	3,02Ae	2,6Bb	384Aa	183Ba	260Aa	148Bb	209Aa	118Bb	0,77b
Enche Tulha	34,1Ba	40Aa	121Bd	138Ac	151Aa	113Bc	37Ac	56Ab	2,99Ae	2,64Bb	326Aa	93,3Bc	253Aa	138Bb	192Aa	102Bb	1,05a
Formosa	34,6Ba	39Aa	111Bf	128Ad	87Ae	62Be	6Be	52Ab	2,3Ai	2,02Ac	343Aa	41,4Bc	293Aa	190Bb	240Aa	153Ba	1,30a
Arroz Maranhão	34,8Ba	39,3Aa	121Bd	140Ac	121Ac	104Bc	25Bd	55Ab	2,89Af	2,21Bc	239Ab	59,5Bc	261Aa	151Bb	199Aa	121Bb	1,11a
Paulista Dourado	35,5Ba	38,7Aa	85Bi	99Ag	100Ae	90Ad	33Bc	55Ab	3,88Aa	3Ba	220Ab	51Bc	278Aa	238Aa	220Aa	172Aa	1,13a
Meruim Ligeiro	35Ba	39,8Aa	85Bi	113Af	97Ae	89Ad	27Bd	54Ab	3,02Ae	2,24Bc	212Ab	67,6Bc	244Aa	252Aa	196Aa	176Aa	1,00b
Maranhão Verdadeiro	35,3Ba	38,9Aa	118Bd	137Ac	128Ac	113Bc	19Be	46Ab	2,62Ag	2,39Ab	291Aa	128Bb	248Aa	194Ab	198Aa	152Aa	0,83b
Amarelão Ligeiro	34,7Ba	38,3Aa	83Bi	100Ag	103Ad	84Bd	27Bd	63Aa	3,7Ab	2,94Ba	255Ab	38,1Bc	310Aa	242Aa	269Aa	164Ba	1,26a
Puteca	34,7Ba	39,9Aa	117Be	132Ad	121Ac	99Bc	24Bd	60Aa	3,51Ac	2,54Bb	321Aa	74,3Bc	246Aa	174Ab	193Aa	141Ab	1,13a
Comum Crioulo	35,9Ba	40,1Aa	87Bi	111Af	110Ad	86Bd	23Bd	72Aa	3,48Ac	3,02Ba	256Ab	30,7Bc	284Aa	199Bb	218Aa	146Bb	1,30a
Pratão Goiano	35,9Ba	39,6Aa	85Bi	111Af	110Ad	90Bd	22Bd	69Aa	3,79Aa	3,02Ba	307Aa	73,3Bc	251Aa	187Ab	221Aa	145Bb	1,12a
Prata Branco	33,9Ba	40,1Aa	116Be	137Ac	131Ac	117Ab	21Bd	39Ac	2,8Ag	2,31Bc	346Aa	118Bb	280Aa	167Bb	218Aa	125Bb	0,97a
Palha Murcha	33,2Ba	40,1Aa	122Bd	138Ac	126Ac	112Ac	14Be	41Ac	3,54Ac	3,18Ba	340Aa	161Bb	251Aa	163Bb	196Aa	120Bb	0,78b
Cano Roxo	33,7Ba	38,8Aa	114Be	135Ac	130Ac	107Bc	14Be	40Ac	2,78Ag	2,54Ab	328Aa	87,1Bc	248Aa	184Ab	191Aa	129Ab	1,08a
Chatão Vermelho	34,5Ba	39,7Aa	120Bd	139Ac	124Ac	105Bc	19Be	39Ac	3,66Ab	2,74Bb	295Aa	82,4Bc	232Aa	158Ab	203Aa	127Bb	1,06a
Ligeiro	34,4Ba	36,9Aa	95Bh	121Ae	109Ad	106Ac	44Ab	39Ac	3,47Ac	3,1Ba	96,7Ac	89Ac	251Aa	188Ab	210Aa	140Bb	0,12b
Santo Américo	34,5Ba	38,6Aa	121Bd	137Ac	129Ac	100Bc	21Bd	51Ab	3,45Ac	3,22Aa	338Aa	94,3Bc	311Aa	151Bb	236Aa	113Bb	1,06a
Vermelho	35Ba	38,1Aa	123Bd	134Ac	111Ad	90Bd	26Bd	48Ab	3,03Ae	2,65Bb	231Ab	81Bc	286Aa	209Ba	245Aa	149Ba	0,96a
Cacho Duplo	35,9Ba	38,4Aa	86Bi	103Ag	111Ad	85Bd	38Bc	73Aa	3,08Ae	2,74Bb	272Ab	47,1Bc	267Aa	194Ab	217Aa	138Bb	1,22a
Neném	35,2Ba	39,5Aa	123Bd	144Ab	123Ac	108Bc	18Be	38Ac	2,63Ag	2,46Ab	250Ab	83,8Bc	250Aa	185Ab	187Aa	136Ab	0,98a
Amarelão/Dourado	35,8Ba	39,4Aa	125Bd	141Ac	138Ab	112Bc	15Be	38Ac	2,86Af	2,44Bb	278Aa	152Bb	248Aa	172Ab	204Aa	116Bb	0,67b
Brejeiro/Nenenzinho	33,7Ba	38,9Aa	135Bc	145Ab	156Aa	139Ba	43Bb	76Aa	2,39Ah	2,59Ab	235Ab	113Bb	235Aa	161Ab	221Aa	111Bb	0,77b
Brejeiro	34,7Ba	39,3Aa	133Bc	149Ab	157Aa	141Ba	37Bc	71Aa	2,45Ah	2,59Ab	262Ab	93,8Bc	207Aa	143Ab	183Aa	109Bb	0,95a
Quebra Cacho	34,8Ba	38,5Aa	124Bd	134Ac	137Ab	116Bb	24Bd	37Ac	2,92Af	2,69Ab	414Aa	241Ba	244Aa	157Bb	215Aa	123Bb	0,62b
Bico De Rola	34,4Ba	39,1Aa	117Be	137Ac	117Ac	97Bd	18Be	52Ab	3,1Ae	2,6Bb	378Aa	149Bb	231Aa	153Bb	170Aa	115Ab	0,89b
Muruim Branco 1	35,1Ba	39Aa	125Bd	143Ab	110Ad	110Ac	28Bd	49Ab	2,51Ah	1,93Bd	180Ac	93,8Ac	251Aa	192Ab	188Aa	147Ab	0,71b
Dourado/Amarelão	35,4Ba	38,2Aa	140Ac	145Ab	152Aa	128Ba	44Bb	67Aa	2,31Ai	2,22Ac	229Ab	84,8Bc	262Aa	173Bb	231Aa	137Bb	0,93b
Iguape Sem Aresta	35,6Ba	38,2Aa	121Bd	140Ac	126Ac	109Bc	31Bc	66Aa	2,93Af	2,55Bb	304Aa	63,8Bc	226Aa	156Ab	179Aa	125Ab	1,17a
Vermelho	34,8Ba	40,6Aa	118Bd	142Ac	130Ac	101Bc	17Be	62Aa	3,53Ac	2,61Bb	312Aa	51Bc	243Aa	167Ab	188Aa	120Ab	1,23a
Samambaia Amarelo	35Ba	40,1Aa	122Bd	138Ac	124Ac	106Bc	16Be	38Ac	2,84Af	2,54Ab	349Aa	139Bb	257Aa	174Bb	206Aa	125Bb	0,89b
Samambaia	35,6Ba	39,4Aa	123Bd	141Ac	130Ac	105Bc	11Be	29Ac	3,03Ae	2,62Bb	240Ab	131Bb	246Aa	173Ab	207Aa	136Bb	0,67b
Paulista	33,9Ba	39,1Aa	113Bf	131Ad	126Ac	95Bd	16Be	36Ac	3,53Ac	2,69Bb	408Aa	86,4Bc	279Aa	184Bb	234Aa	154Ba	1,16a
Arroz Carolino	35,3Ba	39,8Aa	77Bj	118Ae	96Ae	83Ad	24Bd	64Aa	3,34Ad	2,39Bb	448Aa	91,4Bc	254Aa	159Bb	226Aa	109Bb	1,17a
Arroz Catetão	34,8Ba	38,9Aa	117Be	136Ac	122Ac	110Ac	13Bc	37Ac	3,71Ab	3,07Ba	324Aa	130Bb	253Aa	143Bb	214Aa	96Bb	0,88b
Gergelim	34,4Ba	39,7Aa	122Bd	141Ac	123Ac	94Bd	22Bd	51Ab	2,07Aj	1,94Ad	266Ab	110Bb	227Aa	182Ab	185Aa	138Ab	0,87b
Arroz do Sul	34,4Ba	38,1Aa	119Bd	135Ac	134Ac	116Bb	16Be	39Ac	3,14Ae	2,71Bb	160Ac	120Ab	248Aa	195Ab	201Aa	153Aa	0,37b
Branco Bico Preto	35,4Ba	39Aa	112Bf	128Ad	115Ad	97Bd	26Ad	39Ac	3,22Ae	2,87Ba	278Aa	161Bb	253Aa	169Bb	200Aa	108Bb	0,62b
Branco 4 Meses	35,7Aa	37,2Aa	113Bf	124Ad	124Ac	89Bd	19Be	51Ab	3,28Ad	2,69Bb	396Aa	72,4Bc	264Aa	169Bb	210Aa	130Bb	1,21a
Arroz Cabeludo	35,3Ba	38,7Aa	111Bf	131Ad	126Ac	98Bd	16Be	43Ac	2,89Af	2,65Ab	317Aa	137Bb	282Aa	189Bb	234Aa	152Ba	0,84b
Carioca/RC <sup>(2)</sup>	35,4Ba	39,9Aa	99Bh	132Ad	114Ad	94Bd	26Bd	78Aa	3,06Ae	2,07Bc	228Ab	59,5Bc	297Aa	275Aa	250Aa	207Aa	1,09a
Fundo Roxo	35,6Ba	40,9Aa	110Bf	145Ab	117Ac	96Bd	29Bc	85Aa	2,83Af	1,95Bd	270Ab	31,9Bc	317Aa	211Ba	240Aa	167Ba	1,30a
3 Meses Amarelo	34,5Ba	39,2Aa	84Bi	104Ag	104Ad	92Ad	25Bd	67Aa	3,83Aa	2,88Ba	324Aa	62,4Bc	234Aa	188Ab	184Aa	122Ab	1,19a
Branquinho	34,6Ba	39,1Aa	82Bi	105Ag	92Ae	90Ad	17Be	61Aa	3,72Ab	2,91Ba	303Aa	60Bc	279Aa	229Aa	210Aa	124Aa	1,18a

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Lista de genótipos	TDF (°C)		FLO		ALT (cm)		EST (%)		P100 (g)		PRO (g parcela <sup>-1</sup> )		PER		PAN		ISS
	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	
4 Meses Antigo	33,6Ba	38,1Aa	109Bf	127Ad	118Ac	96Bd	20Bd	49Ab	3,32Ad	2,86Ba	379Aa	159Bb	265Aa	187Bb	208Aa	125Bb	0,86b
Noventinha	35,4Ba	40,2Aa	101Bg	133Ac	115Ad	93Bd	16Be	65Aa	2,66Ag	1,97Bd	216Ab	77,6Bc	272Aa	213Aa	217Aa	159Aa	0,95a
Carolina	34,4Ba	38,8Aa	128Bd	139Ac	118Ac	103Bc	31Bc	59Aa	2,21Ai	2,13Ac	197Ab	108Ab	246Aa	149Bb	180Aa	119Ab	0,67b
Arroz do Maranhão	33,8Ba	38,1Aa	114Be	128Ad	119Ac	97Bd	21Bd	45Ab	3,16Ae	2,84Ba	365Aa	219Ba	237Aa	225Aa	179Aa	180Aa	0,59b
Arroz Roxo ou Caqui	34,9Ba	38,3Aa	97Bh	127Ad	99Ae	80Bd	17Be	64Aa	3,19Ae	2,32Bc	279Aa	89,3Bc	359Aa	198Bb	276Aa	142Bb	1,00a
Legítimo	35,6Ba	40Aa	110Bf	135Ac	116Ad	89Bd	23Bd	52Ab	3,3Ad	2,82Ba	305Aa	85,7Bc	272Aa	155Bb	209Aa	117Bb	1,06a
BGCR <sup>(3)</sup>	35,1Ba	38,4Aa	122Bd	133Ad	133Ac	110Bc	23Bd	41Ac	2,9Af	2,75Ab	336Aa	186Ba	282Aa	147Bb	234Aa	98Bb	0,66b
Arroz Ligeiro	34,6Ba	39,7Aa	85Bi	125Ad	97Ae	95Ad	37Ac	54Ab	3,32Ad	2,66Bb	233Ab	69,8Bc	277Aa	173Bb	235Aa	120Bb	1,03a
Arroz Periquito	34,4Ba	39,2Aa	123Bd	135Ac	117Ac	99Bc	11Be	37Ac	2,84Af	2,65Ab	289Aa	180Ba	254Aa	173Bb	220Aa	131Bb	0,56b
Arroz Santa Inês	35,1Ba	39,1Aa	85Bi	102Ag	91Ae	92Ad	32Bc	59Aa	3,44Ac	2,59Bb	162Ac	73,8Ac	273Aa	138Bb	191Aa	104Bb	0,8b
Catetão	34,3Ba	38Aa	119Bd	132Ad	129Ac	119Ab	16Ae	25Ac	3,33Ad	3,03Aa	415Aa	251Ba	258Aa	198Ab	194Aa	157Aa	0,58b
Canela de Ferro	35,2Ba	40,1Aa	95Bh	144Ab	113Ad	106Ac	34Bc	56Ab	2,94Af	2,16Bc	99,5Ac	75,2Ac	230Aa	213Aa	194Aa	175Aa	0,36b
Agulha Esav	35,3Ba	39,9Aa	117Be	138Ac	117Ac	100Bc	33Bc	72Aa	2,66Ag	2,34Bc	193Ab	76,7Bc	254Aa	189Ab	209Aa	152Aa	0,89b
Catalão	34,5Ba	39,8Aa	94Bh	119Ae	103Ad	85Bd	20Bd	66Aa	2,65Ag	2,21Bc	335Aa	77,2Bc	277Aa	227Aa	245Aa	193Aa	1,14a
Carreon	34,6Ba	38,3Aa	134Bc	145Ab	124Ac	107Bc	21Bd	52Ab	2,49Ah	2,21Ac	282Aa	148Bb	320Aa	222Ba	252Aa	150Ba	0,7b
Makouta	35,1Ba	39,4Aa	124Bd	135Ac	128Ac	112Bc	17Be	33Ac	2,98Af	2,54Bb	308Aa	166Bb	193Aa	174Ab	163Aa	149Aa	0,68b
BCD <sup>(4)</sup>	35,7Ba	39,2Aa	82Bi	96Ag	81Ae	67Ae	32Bc	72Aa	3,95Aa	2,89Ba	339Aa	49,6Bc	284Aa	241Aa	251Aa	185Aa	1,26a
Pico Negro	35,3Ba	38,2Aa	84Bi	113Af	108Ad	82Bd	29Bc	62Aa	3,09Ae	2,39Bb	331Aa	41,9Bc	280Aa	154Bb	211Aa	109Bb	1,29a
Cna4762	35,4Ba	40,7Aa	109Bf	135Ac	114Ad	91Bd	37Bc	93Aa	2,37Ah	2,05Bc	251Ab	53,6Bc	335Aa	229Ba	256Aa	179Ba	1,16a
Agulhinha Tardio	34,6Ba	39,2Aa	150Ab	155Aa	137Ab	117Bb	43Bb	80Aa	1,74Ak	1,43Bd	168Ac	1,9Bc	239Aa	210Aa	196Aa	142Ab	1,46a
Muruim Branco 2	35,3Ba	39,4Aa	125Bd	143Ab	121Ac	118Ab	30Ac	43Ac	2,23Ai	2,23Ac	250Ab	127Bb	274Aa	197Bb	223Aa	131Bb	0,72b
Toró Vermelho	35,4Ba	39,2Aa	136Bc	152Aa	134Ac	108Bc	42Bb	91Aa	1,99Aj	1,85Ad	220Ab	62,9Bc	199Aa	186Ab	188Aa	139Ab	1,05b
Douradão	35,7Ba	39,4Aa	122Bd	137Ac	127Ac	103Bc	15Be	40Ac	3,01Ae	2,78Ab	264Ab	140Bc	248Aa	191Ab	204Aa	149Aa	0,69b
Arroz Agulhinha	35,6Ba	39,1Aa	149Ab	156Aa	139Ab	115Bb	50Bb	89Aa	2,06Aj	1,89Ad	142Ac	2,83Bc	228Aa	186Ab	201Aa	143Ab	1,45a
Arroz Comprido	37,2Aa	39,1Aa	110Bf	124Ad	115Ad	86Bd	36Bc	52Aa	2,39Bh	2,7Ab	248Ab	21,9Bc	244Aa	219Aa	199Aa	185Aa	1,35a
Japones	35Ba	39Aa	111Bf	134Ac	93Ae	63Be	15Be	83Aa	2,23Ai	1,75Bd	345Aa	39,5Bc	268Aa	178Bb	211Aa	144Ab	1,31a
Agulhinha Vermelha	35,1Ba	37,6Aa	110Bf	125Ad	133Ac	101Bc	28Bd	50Ab	3,37Ad	2,85Ba	242Ab	86,7Bc	253Aa	247Aa	198Aa	186Aa	0,95b
Arroz Toro Graúdo	34,1Ba	38,2Aa	124Bd	138Ac	123Ac	101Bc	22Bd	42Ac	2,62Ag	2,34Ac	312Aa	93,8Bc	252Aa	182Ab	188Aa	139Ab	1,03a
Arroz Agulha	34,4Aa	36,8Aa	148Ab	151Aa	145Ab	113Bc	46Bb	89Aa	1,31Bl	1,69Ad	74,3Ac	26,4Ac	248Aa	183Ab	218Aa	128Bb	0,95b
Arroz Pindaré	34,8Ba	38,6Aa	117Be	141Ac	127Ac	116Ab	26Bd	52Ab	2,76Ag	2,3Bc	267Ab	68,6Bc	252Aa	157Bb	194Aa	111Bb	1,1a
Rexoro	34,9Aa	36,7Aa	129Ad	137Ac	122Ac	104Bc	30Bc	59Aa	2,2Ai	1,79Bd	269Ab	120Bb	176Aa	161Ab	153Aa	128Ab	0,82b
64 Dias	36,2Aa	37,6Aa	67Ak	76Ah	97Ae	85Ad	28Bd	65Aa	3,52Ac	2,95Ba	320Aa	52,4Bc	273Aa	209Aa	235Aa	173Aa	1,23a
Lambari	35Aa	37,1Aa	144Ab	152Aa	149Aa	111Bc	55Bb	92Aa	1,68Ak	1,61Ad	144Ac	37,9Ac	320Aa	179Bb	279Aa	138Bb	1,09a
Zenith	37,1Aa	38,6Aa	115Ae	123Ae	110Ad	80Bd	24Bd	78Aa	2,28Ai	1,71Bd	360Aa	12,1Bc	295Aa	248Aa	244Aa	169Ba	1,43a
Piedad	35,3Ba	37,7Aa	133Ac	139Ac	129Ac	108Bc	39Bc	89Aa	2,29Ai	1,87Bd	248Ab	52,4Bc	211Aa	156Ab	192Aa	120Bb	1,16a
Agulhinha Ipameri	35,5Ba	39,1Aa	150Bb	159Aa	155Aa	122Bb	50Ab	65Aa	2,03Aj	2,01Ac	153Ac	31,4Bc	292Aa	199Bb	276Aa	170Ba	1,17a
Caiana Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jatobá	34,5Ba	38,3Aa	123Bd	133Ac	127Ac	111Bc	23Ad	32Ac	3,39Ad	3,11Aa	367Aa	227Ba	242Aa	192Ab	209Aa	153Aa	0,56b
Araçatuba	34,4Ba	38,9Aa	147Bb	159Aa	146Ab	119Bb	56Bd	94Aa	1,74Ak	1,55Ad	134Ac	5,23Bc	319Aa	229Ba	252Aa	192Aa	1,42a
Buriti Vermelho	34,4Ba	37,7Aa	124Bd	134Ac	104Ad	111Ac	25Bd	57Ab	2,84Af	2,71Ab	300Aa	92,9Bc	278Aa	174Bb	249Aa	129Bb	1,02a
Tapuripa	34,8Ba	38,5Aa	156Aa	160Aa	102Ad	83Bd	89Aa	89Aa	2,23Ai	1,65Bd	44,3Ac	5,23Ac	375Aa	233Ba	239Aa	117Bb	1,3a
BRS Curinga	34,2Ba	39Aa	97Bh	122Ae	90Ae	73Be	20Bd	58Ab	2,67Ag	2,22Bc	464Aa	127Bb	278Aa	232Aa	232Aa	173Aa	1,07a
BRS Pepita	35,5Ba	38,1Aa	89Bi	105Ag	102Ad	89Ad	42Ab	52Ab	2,5Ah	2,16Bc	230Ab	93,8Bc	244Aa	172Ab	178Aa	132Ab	0,87b
BRS Monarca	35,5Aa	37,5Aa	86Ai	94Ag	87Ae	74Ae	31Ac	28Ac	3,28Ad	2,76Bb	364Aa	129Bb	305Aa	242Aa	269Aa	173Ba	0,95b
BRS Sertaneja	36,1Aa	38,5Aa	91Bh	105Ag	93Ae	68Be	28Bd	63Aa	3,26Ad	2,34Bc	449Aa	45Bc	286Aa	216Aa	253Aa	180Ba	1,33a
Bico Ganga Curto	34,5Ba	39,9Aa	125Bd	142Ac	133Ac	114Bb	30Ac	47Ab	3Ae	2,62Bb	293Aa	161Bb	235Aa	166Ab	198Aa	127Bb	0,67b
BRS Primavera	34,8Ba	40,4Aa	97Bh	117Ae	114Ad	87Bd	53Bb	89Aa	2,27Ai	2,25Ac	232Ab	16,7Bc	279Aa	249Aa	233Aa	197Aa	1,37a
Chorinho	33,1Ba	40Aa	122Bd	138Ac	128Ac	114Ab	24Bd	48Ab	2,61Ag	2,67Ab	307Aa	150Bb	187Aa	141Ab	158Aa	106Ab	0,76b
BRA02601	32,5Ba	38,9Aa	89Bi	101Ag	78Ae	58Be	24Bd	71Aa	2,7Ag	2,08Bc	324Aa	103Bc	336Aa	244Ba	291Aa	193Ba	1,01b
BRA01506	33,3Ba	39,5Aa	97Bh	114Af	101Ad	82Bd	31Bc	74Aa	2,53Ah	2,4Ab	253Ab	38,6Bc	193Aa	231Aa	163Aa	158Aa	1,25a
BRA02535	33,5Ba	38Aa	115Be	125Ad	119Ac	86Bd	20Bd	56Ab	2,22Ai	1,9Bd	553Aa	121Bb	300Aa	210Ba	242Aa	154Ba	1,15a
BRA042156	33,2Ba	39,5Aa	98Bh	123Ae	109Ad	81Bd	33Bc	83Aa	2,5Ah	2,03Bc	337Aa	25,2Bc	254Aa	204Aa	212Aa	145Ab	1,37a
BRA042160	33,5Ba	39,7Aa	106Bg	142Ac	118Ac	96Bd	31Bc	54Ab	2,74Ag	2,2Bc	280Aa	148Bb	236Aa	183Ab	190Aa	161Aa	0,69b
BRA032051	34,3Ba	39,2Aa	102Bg	123Ae	108Ad	90Bd	42Bb	73Aa	2,46Ah	2,11Bc	222Ab	61,7Bc	269Aa	211Aa	208Aa	155Aa	1,07a
BRA032033	34,3Ba	38,3Aa	94Bh	109Af	95Ae	75Be	27Bd	79Aa	2,92Af	2,41Bb	362Aa	52,9Bc	268Aa	235Aa	239Aa	198Aa	1,26a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas comparações entre as condições com e sem estresse, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; enquanto médias seguidas de letras iguais, minúsculas, fazem parte do mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup>Rabo de Carneiro. <sup>(3)</sup>BGCR, Bico Ganga Cana Roxa. <sup>(4)</sup>BCD, Beira Campo Dourado.

Observou-se correlação positiva significativa entre FLO e ALT, nos dois ambientes de cultivo (Tabela 3), indício de que os genótipos com maior ciclo tenderam a apresentar maior altura. No ambiente sem estresse hídrico, a FLO correlacionou-se negativamente com a produtividade de grãos ( $r=-0,3310$ ), o que indica que genótipos mais precoces tenderam a ser mais produtivos nesse ambiente. Entretanto, não houve correlação significativa entre essas variáveis no ambiente com estresse, no presente trabalho. Pantuwan et al. (2002), Bernier et al. (2007) e Kumar et al. (2008), ao estudarem o efeito do estresse hídrico em linhagens de arroz, encontraram correlação negativa entre produtividade e FLO, o que é indicativo de que genótipos mais precoces apresentam mecanismo de escape, com aceleração do desenvolvimento sob condições moderadas de estresse.

A altura dos genótipos sofreu influência dos ambientes de cultivo (Tabela 1), tendo-se verificado tanto genótipos de porte bem baixo, como o Chorinho (com 77 e 58 cm, nas condições sem e com estresse, respectivamente), quanto de porte alto, como o Brejeiro/Nenezinho (com 156 e 138 cm, respectivamente). A altura diminuiu no ambiente com estresse de seca, em todos os genótipos avaliados (Tabela 2), com redução média de 21 cm; alguns materiais, como os genótipos Lambari e Enche Tulha, apresentaram drástica diminuição na variável, de cerca de 38 cm.

A EST é considerada um dos componentes primários da produção de grãos em arroz (Alvarez et al., 2012). Os genótipos avaliados apresentaram diferenças altamente significativas quanto a essa variável, que, por

sua vez, apresentou forte interação com as condições de cultivo (Tabela 1). A esterilidade média foi de 28,34 e 58,72%, respectivamente, para os ambientes sem e com estresse hídrico (Tabela 2). Observou-se grande variação nos valores de esterilidade entre os genótipos mesmo no ambiente sem estresse, como os registrados para Tapuripa e Formosa, que apresentaram EST, nesse ambiente, de 89 e 6%, respectivamente. No ambiente com estresse, os valores de EST aumentaram, em média, 30,38%, e alguns genótipos aproximaram-se da esterilidade total, como o Caiana Grande, com 95% das espiguetas estéreis (Tabela 2).

Apesar da grande variabilidade em EST na coleção nuclear, esse resultado deve ser considerado com cautela, já que outras variáveis meteorológicas, como baixa umidade relativa do ar e elevadas temperaturas, podem contribuir para seu aumento. Elevadas temperaturas diurnas podem aumentar o percentual de esterilidade das espiguetas mesmo sob irrigação normal (Jagadish et al., 2007). Ainda assim, essa variável tem grande potencial de uso na seleção de linhagens de arroz superiores quanto à tolerância à seca (Jongdee et al., 2006).

A coincidência do estresse hídrico com a meiose das células dos grãos de pólen é o principal fator para esterilidade das espiguetas (Jin et al., 2013).

Foram observadas correlações negativas entre EST e produtividade de grãos, tanto na condição com estresse quanto na sem estresse hídrico ( $r=-0,8812$  e  $r=-0,7072$ , respectivamente).

O P100 variou significativamente entre os genótipos e entre as condições de cultivo (Tabela 1). Na ausência

**Tabela 3.** Estimativas das correlações entre as características avaliadas, nos ambientes com (diagonal superior) e sem (diagonal inferior) estresse hídrico<sup>(1)</sup>.

	TDF	FLO	ALT	PRO	EST	P100	PER	PAN	ISS
TDF	-	-0,012	-0,114	0,078	-0,032	-0,006	0,030	-0,164	0,145
FLO	-0,159	-	0,711**	0,140	-0,011	-0,441**	-0,498**	-0,509**	-0,362*
ALT	-0,106	0,800**	-	0,331*	-0,175	0,023	-0,767**	-0,753**	-0,56**
PRO	-0,264	-0,331*	-0,332*	-	-0,881**	0,480**	-0,639**	-0,613**	-0,8114**
EST	0,226	0,22	0,164	-0,703**	-	-0,602**	0,700**	0,615**	0,814**
P100	-0,034	-0,627**	-0,386*	0,395*	-0,459**	-	-0,417**	-0,402**	-0,324*
PER	0,029	-0,278	-0,629**	-0,139	0,243	0,069	-	0,936**	0,671**
PAN	0,056	-0,353*	-0,625**	-0,145	0,406**	-0,021	0,884**	-	0,682**
ISS	0,179	-0,239	-0,350*	-0,128	0,400**	-0,123	0,620**	0,779**	-

<sup>(1)</sup>TDF, temperatura do dossel foliar; FLO, número de dias da emergência à floração média; ALT, altura de planta; PRO, produtividade de grãos; EST, percentagem de esterilidade de espiguetas; P100, peso de 100 grãos; PER, número de perfilhos por metro; PAN, número de panículas por metro; e ISS, índice de suscetibilidade à seca. \* e \*\*Significativo pelo teste t, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

do estresse hídrico, foram observados desde genótipos com grãos maiores e mais pesados, como o Beira Campo Dourado (3,95 g), até materiais com grãos menores e mais leves, como o Arroz Agulha (1,31 g) (Tabela 2). No ambiente com estresse hídrico, o P100 diminuiu, em média, 0,43 g. Porém, mesmo nessas condições, alguns genótipos mantiveram elevado P100, como o Santo Américo (3,22 g) (Tabela 2). A redução no peso dos grãos, na condição de estresse, é atribuída à menor produção e exportação de carboidratos para o enchimento dos grãos (Jagdish et al., 2007).

Na condição sem estresse, o P100 correlacionou-se positivamente com a produtividade de grãos, e negativamente com EST, PER, PAN e ISS (Tabela 3). Na condição com estresse, o P100 correlacionou-se positivamente com a produtividade, e negativamente com FLO, ALT e EST.

No ambiente sem estresse hídrico, os genótipos não diferiram significativamente quanto às variáveis PER e PAN. Já no ambiente com estresse, houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 1). Verificou-se tendência de diminuição no número de perfilhos e panículas, em condições de seca. Nessas condições, entre os genótipos com maiores valores para essas variáveis, destaca-se o Carioca/Rabo de Carneiro, com PER de 275 e PAN de 207 (Tabela 2). Os genótipos Enche Tulha e Arroz Catetão foram os que, em condições de estresse, apresentaram o menor número de perfilhos e panículas, 138 e 96, respectivamente. O índice médio de perfilhos estéreis no ambiente com estresse foi de 33%. Esse resultado reforça a tese de que cultivares de arroz de sequeiro, para que possam tolerar estresses hídricos, devem apresentar menor número de perfilhos por planta, que sejam, na grande maioria, férteis.

As variáveis PER e PAN apresentaram correlações negativas e altamente significativas ( $r=-0,6393$  e  $r=-0,6126$ , respectivamente) com a produtividade de grãos no ambiente com estresse, indício de que os genótipos mais produtivos tendem a ter menor número de perfilhos, mas maior prevalência de perfilhos férteis. No ambiente sem estresse hídrico, essas variáveis não se correlacionaram significativamente com a produtividade.

Foi observada ampla variação nos valores de produtividade de grãos, com diferenças altamente significativas entre os genótipos avaliados (Tabela 1). Na ausência de estresse hídrico, o genótipo Arroz Carolino destacou-se como o mais produtivo, com

626,66 g por parcela, enquanto o menos produtivo foi o Tapuripa, com 62 g (Tabela 2). Na presença do estresse, o Catetão, com 352 g foi o mais produtivo, e o Agulhinha Tardio, com 2,67 g, o menos produtivo.

A produtividade de grãos diminuiu 68% entre os ambientes sem (391,72 g) e com estresse hídrico (126,35 g) (Tabela 2). Entretanto, alguns genótipos, como Ligeiro, Canela de Ferro, Arroz do Sul e Muruim Branco1, apesar da baixa produtividade em ambas as condições, apresentaram pequena redução com o estresse hídrico. Os genótipos Catetão, Jatobá, Arroz Piriquito, Arroz Maranhão, Muruim Branco2, Bico Ganga Cana Roxa, Chorinho, Bico Ganga Curto e Puteca apresentaram pequena redução na produtividade e elevada produtividade nos dois ambientes. Portanto, é provável que esses dois grupos de genótipos apresentem alelos favoráveis à tolerância à seca, que podem ser úteis nos programas de melhoramento do arroz de sequeiro.

A maioria das cultivares comerciais (BRS Curinga, BRS Pepita, BRS Monarca, BRS Sertaneja e BRS Primavera) e das linhagens elites (BRA02601, BRA01506, BRA02535, BRA042156, BRA042160, BRA032051 e BRA032033), oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão, apresentou elevada produtividade de grãos na condição sem estresse hídrico; porém, houve acentuada redução nessa variável na condição com estresse. Esse resultado evidencia perda da tolerância à seca nos materiais procedentes desse programa de melhoramento.

A ampla diversidade genética entre os acessos da coleção nuclear fez-se notar, também, em diferenças altamente significativas nos valores de ISS, entre os genótipos (Tabela 1). Foram observados desde genótipos com baixo ISS, como o Ligeiro (0,15), considerado tolerante à seca, até genótipos com ISS bastante elevado, como o Agulhinha Tardio (1,459), considerado susceptível à seca. Os acessos Ligeiro e Canela de Ferro foram os que apresentaram o menor ISS, de 0,15 e 0,25, respectivamente. Apesar das baixas produtividades de grãos alcançadas por esses genótipos mesmo no ambiente sem estresse (Tabela 2), eles podem ser importantes como fonte de alelos favoráveis em genes candidatos para tolerância à seca.

Constataram-se correlações significativas do ISS com todas as demais características avaliadas, no ambiente sob estresse hídrico, com exceção da TDF (Tabela 3). Esse resultado corrobora a importância desse parâmetro na seleção de genótipos tolerantes

à seca. No ambiente sem estresse hídrico, a altura de planta, a esterilidade de espiguetas e o número de perfilhos e panículas apresentaram correlações significativas com essa variável.

Os longos anos de cultivo, em condições de sequeiro, das variedades tradicionais de arroz no Brasil, muitas delas introduzidas na época do descobrimento do País (Rangel et al., 2013), levaram a sua adaptação a este ambiente, com acúmulo de alelos que as permitem suportar esse estresse hídrico.

### Conclusões

1. A temperatura do dossel foliar tem pouca importância na seleção de genótipos de arroz de terras altas (*Oryza sativa*) tolerantes ou sensíveis à seca.

2. A esterilidade das espiguetas é uma variável importante na seleção de plantas de arroz de terras altas produtivas, tanto na condição sem estresse quanto na com estresse hídrico, em razão de sua elevada correlação negativa com a produtividade.

3. O índice de susceptibilidade à seca correlaciona-se significativamente com diversas características de interesse na cultura do arroz de terras altas submetida ao estresse hídrico e, portanto, trata-se de um importante meio para a seleção de plantas nessas condições.

### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Embrapa, pela concessão de bolsa.

### Referências

ALVAREZ, R. de C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; RODRIGUES, J.D.; HABERMANN, G. Gas exchange rates, plant height, yield components, and productivity of upland rice as affected by plant regulators. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1455-1461, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012001000007.

BABU, R.C.; NGUYEN, B.D.; CHAMARERK, V.; SHANMUGASUNDARAM, P.; CHEZHIAN, P.; JEYAPRAKASH, P.; GANESH, S.K.; PALCHAMY, A.; SADASIVAM, S.; SARKARUNG, S.; WADE, L.J.; NGUYEN, H.T. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers: association between secondary traits and field performance. **Crop Science**, v.43, p.1457-1469, 2003. DOI: 10.2135/cropsci2003.1457.

BERNIER, J.; KUMAR, A.; RAMAIAH, V.; SPANER, D.; ATLIN, G. A large-effect QTL for grain yield under reproductive-stage drought stress in upland rice. **Crop Science**, v.47, p.507-518, 2007. DOI: 10.2135/cropsci2006.07.0495.

CENTENO, A.J. **Curso de estatística aplicada à biologia**. 2.ed. Goiânia: Ed. da UFG, 2001. 234p.

FISCHER, R.A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.29, p.897-912, 1978. DOI: 10.1071/AR9780897.

HUANG, Y.M.; XIAO, B.Z.; XIONG, L.Z. Characterization of a stress responsive proteinase inhibitor gene with positive effect in improving drought resistance in rice. **Planta**, v.226, p.73-85, 2007. DOI: 10.1007/s00425-006-0469-8.

JAGADISH, S.V.K.; CRAUFURD, P.Q.; WHEELER, T.R. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.1627-1635, 2007. DOI: 10.1093/jxb/erm003.

JIN, Y.; YANG, H.X.; WEI, Z.; MA, H.; GE, X.C. Rice male development under drought stress: phenotypic changes and stage-dependent transcriptomic reprogramming. **Molecular Plant**, v.6, p.1630-1645, 2013. DOI: 10.1093/mp/sst067.

JONGDEE, B.; PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; FISCHER, K. Improving drought tolerance in rainfed lowland rice: an example from Thailand. **Agricultural Water Management**, v.80, p.225-240, 2006. DOI: 10.1016/j.agwat.2005.07.015.

KUMAR, A.; BERNIER, J.; VERULKAR, S.; LAFITTE, H.R.; ATLIN, G.N. Breeding for drought tolerance: direct selection for yield, response to selection and use of drought-tolerant donors in upland and lowland-adapted populations. **Field Crops Research**, v.107, p.221-231, 2008. DOI: 10.1016/j.fcr.2008.02.007.

NGUYEN, H.T.; BABU, R.C.; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. **Crop Science**, v.37, p.1426-1437, 1997. DOI: 10.2135/cropsci1997.0011183X003700050002x.

PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREKUL, 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**, v.73, p.169-180, 2002. DOI: 10.1016/S0378-4290(01)00195-2.

PESSOA-FILHO, M.; BELÓ, A.; ALCOCHETE, A.A.N.; RANGEL, P.H.N.; FERREIRA, M.E. A set of multiplex panels of microsatellite markers for rapid molecular characterization of rice accessions. **BMC Plant Biology**, v.7, article 23, 2007. DOI: 10.1186/1471-2229-7-23.

RANGEL, P.H.N.; OLIVEIRA, J.P. de; COSTA, J.G.C.; FERREIRA, M.E.; ABREU, A.G. de. **Banco ativo de germoplasma de arroz e feijão**: passado, presente e futuro. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 68p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 288).

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.221-227, 2007. DOI: 10.1093/jxb/erl164.

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

UGA, Y.; SUGIMOTO, K.; OGAWA, S.; RANE, J.; ISHITANI, M.; HARA, N.; KITOMI, Y.; INUKAI, Y.; ONO, K.; KANNO, N.; INOUE, H.; TAKEHISA, H.; MOTOYAMA, R.; NAGAMURA, Y.; WU, J.Z.; MATSUMOTO, T.; TAKAI, T.; OKUNO, K.; YANO, M. Control of root system architecture by DEEPER ROOTING 1 increases rice yield under drought conditions. *Nature Genetics*, v.45, p.1097-1102, 2013. DOI: 10.1038/ng.2725.

VIDAL, M.S.; CARVALHO, J.M.F.C.; MENESES, C.H.S.G. **Déficit hídrico**: aspectos morfofisiológicos. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 19p. (Embrapa Algodão. Documentos, 142).

XU, Y.; MCCOUCH, S.R.; ZHANG, Q. How can we use genomics to improve cereals with rice as a reference genome? *Plant Molecular Biology*, v.59, p.7-26, 2005. DOI: 10.1007/s11103-004-4681-2.

---

Recebido em 2 de fevereiro de 2015 e aprovado em 29 de junho de 2015