

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA HIBRIDAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

Gabriel Almeida Aquiar¹; Eduardo Anibeles Streck²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo dos Reis Fagundes³; Luciano Carlos da Maia⁴; Matheus Plantikow Huber⁵; Taise Kuhn Krüger⁵

Palavras-chave: cruzamento, dialelo, melhoramento genético, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético no decorrer das últimas décadas tem desenvolvido e disponibilizado aos agricultores novas cultivares de arroz irrigado, as quais apresentam genes que auxiliam a superar os fatores abióticos e bióticos que limitam a produtividade da cultura.

As atividades desenvolvidas nos programas de melhoramento genético são constantes e envolvem várias etapas desde a criação ou ampliação da variabilidade, seleção de plantas até a fixação da homozigose das linhagens e avaliação em ensaios de rendimento (MAGALHÃES JR. et al., 2003). Entre essas etapas, a ampliação da variabilidade genética é uma das mais importantes, devido ao surgimento de novos genótipos como resultado de processos genéticos derivados de rearranjos de alelos existentes numa população, em consequência de hibridações naturais ou artificiais.

A hibridação é uma etapa fundamental em um programa de melhoramento, pois permite associar em um único genótipo características manifestadas em dois ou mais genótipos. Através desse processo, fragmentos de DNA e novas combinações de genes são transferidos de uma planta para a outra, incrementando a variabilidade genética e aumentando a possibilidade de formar novas combinações de genes (RAMALHO, 2008), entre essas algumas podem ser altamente favoráveis, de modo a se obter novas cultivares agronomicamente superiores.

Para realizar as hibridações é imprescindível o conhecimento da morfologia floral da espécie. Com relação a esse aspecto, o arroz apresenta flores reunidas em inflorescências denominada de panícula, sendo composta pela ráquis, das quais saem as ramificações primárias que, por sua vez, originam às ramificações secundárias. Os pedicelos desenvolvem-se dos nós das ramificações e em suas extremidade originam-se as espiguetas, sendo essas formadas por dois pares de glumas, que envolvem a flor do arroz. Após a formação do grão, essas estruturas constituem a casca (lema e pálea). As flores do arroz são hermafroditas, onde o pistilo, ou seja, a parte feminina, é composta de estigma, estilete e ovário. O estigma é plumoso, onde os grãos de pólen são depositados. O ovário é bastante desenvolvido e apresenta dois estiletos. Já na parte masculina, são observados seis estames bem desenvolvidos, constituído pela antera que contém os grãos de pólen e pelo filete, que é a estrutura que liga a antera à base da flor. Cabe salientar que o arroz é uma planta autógama (ALLARD, 1971), onde a fecundação ocorre antes da abertura floral. Por esta razão, no processo de hibridação controlada, há necessidade de emasculação.

Durante todo o decorrer do processo de hibridação artificial em arroz alguns fatores influenciam de forma direta no propósito final, ou seja, na obtenção de sementes F1 e com um satisfatório índice de pega. Entre esses fatores, destaca-se: as condições ambientais, o método de emasculação, a forma de polinização e a capacidade de combinação entre os genitores. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de combinação e a influência das condições de ambiente na hibridação de arroz irrigado.

¹Doutorando, UFPel/ Embrapa Clima Temperado, Rua Ismael Simões Lopes N° 196, gabrielalmeidaaquiar@yahoo.com.br

²Doutorando, UFPel/ Embrapa Clima Temperado.

³Doutor Pesquisador, Embrapa Clima Temperado.

⁴Professor Doutor, Universidade Federal de Pelotas.

⁵Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado no município do Capão do Leão/RS, entre os meses de outubro de 2014 a fevereiro de 2015, em casa de vegetação, onde foi monitorado diariamente durante todo o período de hibridação a temperatura e a umidade relativa por meio de um termo-higrômetro.

O experimento foi realizado em baldes de 10L, preenchidos com terra em condições naturais de um Planossolo, com uma densidade de 5 sementes por balde. A sementeira foi em seis épocas distintas, com um intervalo de uma semana entre uma e outra, sendo a primeira no dia 06/10/2014 e a última em 10/11/2014, a fim de escalonar a hibridação que foi realizada entre os dias 12/01/2015 a 19/02/2015 facilitando o processo de emasculação, o qual foi efetuado através do método de sucção a vácuo em uma sala climatizada, sendo a polinização executada no período entre as 12:00 e 13:00 horas. As práticas de adubação e manejo foram adotadas segundo as recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado (SOSBAI, 2014).

Foi utilizado nesse estudo 14 cruzamentos de forma recíproca: BRS Pampa / Puitá INTA CL, Puitá INTA CL / BRS Pampa, BRS Bojuru / BR IRGA 409, BR IRGA 409 / BRS Bojuru, SCS120 Ônix / BRS Pampa, BRS Pampa / SCS120 Ônix, Arbório / BRS AG, BRS AG / Arbório, BRS AG / Austral, Austral / BRS AG, BRA 051108 / Puitá INTA CL, Puitá INTA CL / BRA 051108, BRS Querência / BRS Pampa e BRS Pampa / BRS Querência.

A emasculação foi realizada quando a panícula estava com 2/3 para fora da bainha, sendo eliminadas as espiguetas do terço superior (autofecundação) e do terço inferior (imaturas), resultando entre 50 a 60 espiguetas por panícula em cada repetição. Foram avaliados após 30 dias da hibridação, através de um processo de contagem o número de espiguetas férteis e estéreis por panícula, a fim de determinar o percentual de cruzamento (grãos formados) para cada tratamento. O delineamento estático do experimento foi inteiramente casualizado, com quatorze tratamentos e cinco repetições. A análise estatística dos dados foi processada através do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resultado da análise de variância, existe efeito significativo entre as combinações dos genótipos de arroz irrigado avaliados quanto a porcentagem média de hibridação, assim como houve diferença significativa pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade entre os cruzamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem média de hibridação de 14 cruzamentos recíprocos de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Cruzamentos	% Hibridação	Cruzamentos	% Hibridação
BRS Bojuru / BR IRGA 409	33,9 a	BRA 051108 / Puitá INTA CL	21,3 bcd
BRS AG / Arbório	31,2 a	BRS Querência / BRS Pampa	19,0 cde
BRS Pampa / BRS Querência	31,1 a	Austral / BRS AG	17,3 def
BR IRGA 409 / BRS Bojuru	25,1 b	BRS AG / Austral	16,9 def
Puitá INTA CL / BRS Pampa	24,3 b	Puitá INTA CL / BRA 051108	15,4 ef
BRS Pampa / Puitá INTA CL	24,2 b	Arbório / BRS AG	13,5 f
SCS120 Ônix / BRS Pampa	23,5 bc	BRS Pampa / SCS120 Ônix	7,0 g
Média		21,7	
CV (%)		6,9	

As médias seguidas pela mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem de hibridação variou de 7,0% (BRS Pampa / SCS120 Ônix) a 33,9% (BRS Bojuru / BR IRGA 409), com CV de 6,9% e média geral de 21,7%, sendo que 7

cruzamentos apresentaram maior porcentagem de hibridação que a média geral (BRS Bojuru / BR IRGA 409 (33,9%); BRS AG / Arbório (31,2%); BRS Pampa / BRS Querência (31,1%); BR IRGA 409 / BRS Bojuru (25,1%); Puitá INTA CL / BRS Pampa (24,3%); BRS Pampa / Puitá INTA CL (24,2%); SCS120 Ônix / BRS Pampa (23,5%).

Cabe ressaltar que alguns cruzamentos recíprocos apresentaram estatisticamente a mesma porcentagem de hibridação, por exemplo, Puitá INTA CL / BRS Pampa (24,3%), BRS Pampa / Puitá INTA CL (24,2%) e Austral / BRS AG (17,3%), BRS AG / Austral (16,9%) demonstrando dessa forma que não existe diferença em utilizar os genótipos BRS Pampa, Puitá INTA CL, Austral e BRS AG como genitor masculino ou feminino nessas combinações. No entanto, nas demais combinações analisadas há desigualdade na porcentagem de hibridação quando um determinado genótipo é usado como doar ou receptor de pólen, influenciando assim na porcentagem de pega (hibridação), como foi o caso de BRS AG / Arbório (31,2%), Arbório / BRS AG (13,5%) e SCS120 Ônix / BRS Pampa (23,5%), BRS Pampa / SCS120 Ônix (7,0%). Os cruzamentos que demonstraram uma maior capacidade combinatória foram BRS Bojuru / BR IRGA 409 (33,9%), BRS AG / Arbório (31,2%) e BRS Pampa / BRS Querência (31,1%), que apresentaram maior porcentagem de hibridação (Tabela 1).

Na Figura 1a, pode-se observar que a variação da temperatura mínima no experimento durante o período de hibridação foi de 15,5°C a 26,4°C com uma média de 21°C, temperatura essa acima da temperatura crítica baixa (15°C a 20°C) no estágio de emergência da panícula (YOSHIDA, 1981), ou seja, não proporcionou danos térmicos na estrutura floral do arroz.

Já a temperatura máxima foi de 37,3°C a 47,3°C com uma temperatura máxima média de 43°C (Figura 1a), isto é, acima da temperatura considerada ideal que é de 30°C a 33°C e da temperatura crítica alta, que é 35°C e 38°C nas fases de emergência da panícula e antese, respectivamente (YOSHIDA, 1981). Isso pode acarretar na infertilidade dos órgãos reprodutivos da flor do arroz, pois o estresse térmico por altas temperaturas pode reduzir o número, diminuir o tamanho e causar deformidade de órgãos da flor (MORRISON; STEWART, 2002), prejudicando a divisão celular e diminuindo a produção de pólen (PRASAD et al., 2006), reduzindo a dispersão do grão de pólen do arroz.

A umidade relativa máxima oscilou de 78% a 99% com uma média de 89%. Já a umidade relativa mínima no período da polinização variou de 24% a 49%, com média de 33% (Figura 1b). Conforme a Figura 1c, a porcentagem de hibridação no experimento variou de 3,1% a 39,7% com uma média entre as combinações de 21,7%, resultados esses coincidentes aos encontrados por Aguiar (2014) e Yzaquirre et al. (2008), que obtiveram 38,56% e 31,5% de hibridação em arroz, respectivamente.

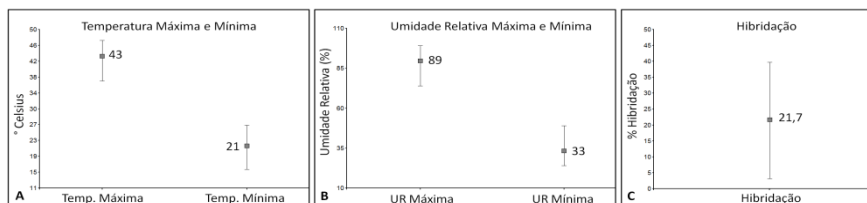


Figura 1. Variação da temperatura máxima e mínima, na umidade relativa máxima e mínima e no percentual de hibridação nos cruzamentos. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Observando as correlações de Pearson na Tabela 2, verifica-se que as variáveis temperatura máxima e umidade relativa máxima apresentaram correlação negativa moderada com a % de hibridação, ambas com -0,51. Já as variáveis temperatura mínima e umidade relativa mínima correlacionam-se positivamente de forma moderada e fraca com a % de hibridação, apresentando 0,59 e 0,44, respectivamente.

A % de hibridação correlacionada com as variáveis T. Máx. e UR Máx., indica que para haver maior % de hibridação nos cruzamentos de arroz, deve-se controlar essas variáveis, pois assim evita-se estresses térmicos e facilita-se a liberação do grão de pólen pelas anteras, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis % de hibridação (% Hib.), temperatura máxima (T. Máx.), temperatura mínima (T. Mín.), umidade relativa máxima (UR Máx.) e umidade relativa mínima (UR Mín.). Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Variáveis	% Hib.	T. Máx.	T. Mín.	UR Máx.	UR Mín.
% Hib.	1	-0,51*	0,59*	-0,51*	0,44*
T. Máx.		1	-0,44*	0,63*	-0,43*
T. Mín.			1	-0,44*	0,34 ^{ns}
UR Máx.				1	-0,43*
UR Mín.					1

* : Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

^{ns} : Não significativo.

CONCLUSÃO

A porcentagem de hibridação de arroz irrigado é decorrente da capacidade das combinações genética entre os genitores, bem como das condições ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G. A. Hipertermoterapia e quimioterapia no processo de emasculação de arroz aplicado ao melhoramento genético. 81f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blüchner. 1971. 381p.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 442 p.
- MAGALHÃES JR., A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JR. de, A.M.; GOMES, A. da S. **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado. Doc.113, p.13-33, 2003.
- MORRISON, M. J.; STEWART, D. W. Heat stress during flowering in summer Brassica. **Crop Science**, v 42, p 797 - 803, 2002.
- PRASAD, P. V. V.; BOOTE, K. J.; ALLEN, L. H.; SHEEHY, J. E.; THOMAS, J. M. G. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. **Field Crops Res.** v.95, p.398-411, 2006.
- RAMALHO, M. A. P. et al. **Genética na Agropecuária**. 4ªed. Lavras. Ed. UFLA. 2008. 464p. Sosbai - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. **XXX Reunião técnica da cultura do arroz irrigado**, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. – Santa Maria: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014.
- YOSHIDA, S. In: **Fundamentals of rice crop science**. Philippines. IRRI, 1981. 279p.
- YZAGUIRRE, A. G.; CARRERES, R. Efficiency of different hybridization methods in single crosses of rice for pure line breeding. **Spanish Journal of Agricultural Research** v.6, n.3, p.395-400, 2008.