

A hibridação no melhoramento genético do arroz irrigado em Santa Catarina

Juliana Vieira¹, Rubens Marschalek², Takazy Ishiy³,
Moacir Antonio Schiocchet⁴ e Khadine Thatiane Appio⁵

O programa de melhoramento de arroz irrigado da Epagri/Estação Experimental de Itajaí – EEI – vem dedicando esforços no desenvolvimento de cultivares com características superiores.

A variabilidade genética é fundamental ao contínuo incremento de produtividade e qualidade de grãos de arroz. Atualmente é notório o estreitamento da base genética do arroz, o que é motivo de grande preocupação para os melhoristas, pois este limita os ganhos genéticos por seleção (Rangel et al., 1996). Os programas de melhoramento têm se concentrado em um número pequeno de genitores. No Brasil, apenas dez ancestrais contribuíram com 68% do conjunto gênico das variedades de arroz cultivadas (Rangel et al., 1996). Em Santa Catarina a situação não é diferente. Cultiva-se em larga escala materiais relacionados geneticamente entre si. Exemplos disto são justamente as duas cultivares mais semeadas no Estado, Epagri 108 e Epagri 109, que são oriundas do mesmo cruzamento. Esta situação, caracterizada pelo cultivo extensivo de materiais com a mesma base genética, aumenta a vulnerabilidade de toda a cadeia produtiva através do aumento da pressão de

seleção de pragas e doenças.

A hibridação, a mutação induzida e a engenharia genética são as principais ferramentas que permitem ampliar a variabilidade genética. No programa de melhoramento de arroz da Epagri a hibridação e a mutação têm sido as ferramentas empregadas, sendo a hibridação responsável por 80% das linhagens geradas pelo programa.

Hibridação controlada

Hibridação é o cruzamento fecundo entre indivíduos e tem por objetivo a recombinação alélica, podendo-se transferir características desejáveis de um ou mais genótipos para um outro (Yokoyama & Ishiy, 2002), além de favorecer a expressão de novas características inexistentes nos genitores.

De acordo com Borém & Miranda (2005), a diversidade genética dos genitores classifica os cruzamentos em:

- **Cruzamento convergente:** cruzamento com moderada a baixa variância genética entre os genitores.

- **Cruzamento divergente:** cruzamento entre genitores bas-

tante contrastantes geneticamente.

A seleção dos genitores e o tipo de cruzamento que deve ser realizado são decisões importantes em programas de melhoramento. Os tipos de cruzamento podem ser classificados como:

- **Cruzamento simples:** consiste no cruzamento de dois genitores (A/B).

- **Cruzamento duplo:** envolve o cruzamento entre dois híbridos simples ([A/B] / [C/D]).

- **Cruzamento triplo:** cruzamento de um híbrido simples com outro genitor (A/B//C).

- **Cruzamento complexo:** envolve o cruzamento de quatro ou mais genitores.

- **Retrocruzamento:** cruzamento de um híbrido simples com um dos genitores recorrentes (A/B//B ou A/B//A).

O arroz é uma planta com flores perfeitas (hermafrodita), sendo autógama quanto ao modo de reprodução (autopoliniza-se) (Zanini Neto, 2002) (Figura 1); desta forma, a hibridação controlada é realizada em duas etapas: emasculação e polinização.

Emasculação: consiste em retirar os estames utilizando-se um sistema de vácuo produzido por motobomba. Os estames são aspirados

Aceito para publicação em 29/11/06.

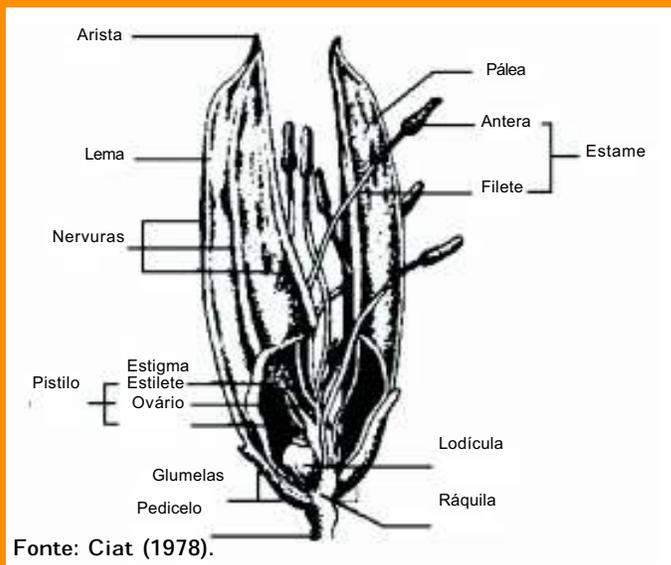
¹Bióloga, Fundagro/Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5215, e-mail: vieiraj@epagri.sc.gov.br.

²Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, e-mail: rubensm@epagri.sc.gov.br.

³Eng. agr., Dr., Acapsa/Sindarroz/Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

⁴Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, e-mail: mschio@epagri.sc.gov.br.

⁵Bióloga, bolsista CNPq, Epagri/Estação Experimental de Itajaí, e-mail: khadineappio@epagri.sc.gov.br.



Fonte: Ciat (1978).

Figura 1. Morfologia da flor de arroz

através de uma agulha hipodérmica (15 x 30mm) acoplada a uma mangueira ligada à motobomba.

São coletados dois a três perfilhos férteis (com raízes) do genitor feminino selecionado, os quais devem estar em estágio anterior à antese. A antese é o processo que se inicia pela abertura da lema e pálea, continua com a saída das anteras e finaliza com o fechamento da lema e pálea.

Após a coleta dos perfilhos, os mesmos devem ser levados para

local protegido de vento para evitar desidratação, e na sequência procede-se à eliminação (com tesourinha) das espiguetas já florescidas e possivelmente já fecundadas (geralmente no terço superior da panícula) (Figura 2A). Também são eliminadas espiguetas muito jovens, as quais são identificadas por se apresentarem com anteras esbranquiçadas (geralmente no terço inferior da panícula). A seguir, faz-se o corte de um terço da parte superior de cada espiguetas

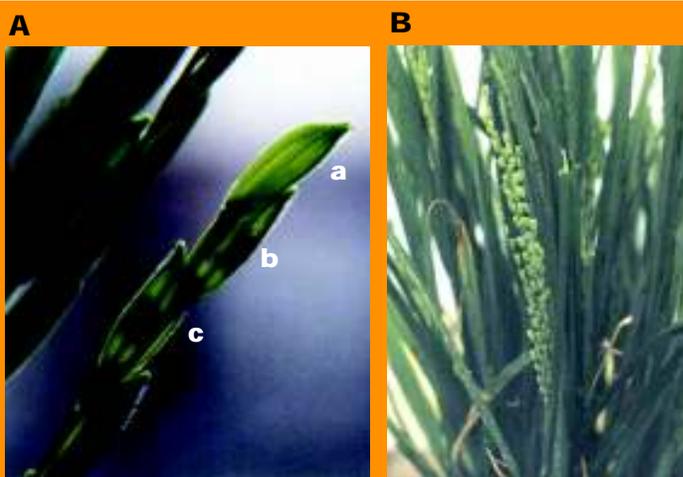


Figura 2. (A) Espiguetas já florescidas (a) e espiguetas ainda não florescidas (b e c) com os estames ainda presentes; (B) panículas de arroz com um terço das espiguetas cortadas

(Figura 2B) e retiram-se as anteras com auxílio da bomba a vácuo. Na Figura 3 é possível observar o genitor feminino com espiguetas emasculadas (sem anteras).

Polinização: consiste em promover o contato de grãos de pólen da antera com o estigma, sendo, para isso, necessário que as flores estejam abertas para liberar o pólen. A abertura das flores do arroz, em condições naturais, pode durar até 2 horas por dia (Coffmann & Herrera, 1980) e ocorre entre 11 e 14 horas sob condições de temperaturas ideais (25 a 30°C). O pólen é liberado no momento da antese e mantém-se viável por 5 minutos após sua liberação, ao passo que o estigma se mantém fértil por até 5 dias (Coffmann & Herrera, 1980).

No momento de abertura das flores, as panículas emasculadas são colocadas próximas ao genitor masculino em plena floração, e se movimentam cuidadosamente as panículas deste sobre as panículas do genitor feminino a fim de promover a polinização (Figura 3). Conhecendo a viabilidade do estigma, mantém-se os genitores femininos junto ao masculino por 5 dias para que a ação do vento favoreça a polinização. Após esse período, os perfilhos são retirados da lavoura e transportados até um telado onde permanecem dentro de baldes contendo água e solo durante 30 dias. Depois desse período, as sementes híbridas (Figura 4) são colhidas e armazenadas em câmara fria (10°C e 25% de umidade relativa).

Resultados

Houve um incremento considerável no número de genitores utilizados nos cruzamentos, passando de oito em 1999 para 38 em 2006.

O número de cruzamentos divergentes predomina sobre os convergentes em todos os anos, com exceção de 2002 e 2003, quando os cruzamentos convergentes destacaram-se (Figura 5). Isso se deve principalmente à intensidade de retrocruzamentos realizados nestes anos em relação aos outros tipos de cruzamento (Tabela 1). A utilização



Figura 3. Polinização de arroz: liberação do pólen da antera do genitor masculino sobre o estigma do genitor feminino

16), Dawn, RCN-B-93-193, Roxo, Passarinho e Chong Kuc Tae Pyang (Figura 6), Fedearroz 50, Orica Lianos 5, além de linhagens oriundas de cruzamentos com *Oryza glumaepatula*, desenvolvidas através de uma parceria entre Epagri e Embrapa/CNPAF. As linhagens Multiespigueta, Panícula compacta e Clearfield PCW 16 foram caracterizadas molecularmente com marcadores RAPD (Polimorfismo Amplificado Aleatoriamente) e mostraram grande divergência quando comparadas com as cultivares elite (Vieira et al., 2005).



Figura 4. Detalhe de sementes híbridas de arroz com endosperma desprotegido de pálea e lema

Tabela 1. Tipo e número de cruzamentos realizados de 1999 até 2006 na Epagri/EEI

Tipo de cruzamento	Ano							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
nº.....							
Simples	24	23	47	17	55	80	44	71
Duplo	0	9	25	40	0	0	1	3
Triplo	13	52	77	49	10	8	34	10
Retrocruzamento	15	57	71	212	71	33	41	63
Complexo	2	2	19	13	1	1	7	4
Total	54	143	239	331	137	113	132	151

de genitores divergentes e a diversificação de tipos de cruzamento são fundamentais para o desenvolvimento de cruzamentos divergentes.

Os genitores de maior divergência genética são as linhagens Multiespigueta, Panícula compacta, variedades Clearfield da Basf (Irga 369-Double mutant, AS 3510 e PCW

Comentários

Em Santa Catarina, o programa de melhoramento genético de arroz da Epagri procura a ampliação da base genética das cultivares intensificando os trabalhos com hibridação controlada. Neste sentido, busca incrementar o número de genitores divergentes e diversificar o tipo de cruzamento. Este conjunto de estratégias é fundamental na ampliação da variabilidade genética e também no aumento da probabilidade de identificação de combinações gênicas superiores.

O aumento da variabilidade genética em arroz deve ser considerado o principal objetivo nos programas de melhoramento. O estreitamento da base genética pode anular as ações de seleção, tendo como consequência uma diminuição na taxa de futuros ganhos genéticos ou um substancial aumento nos

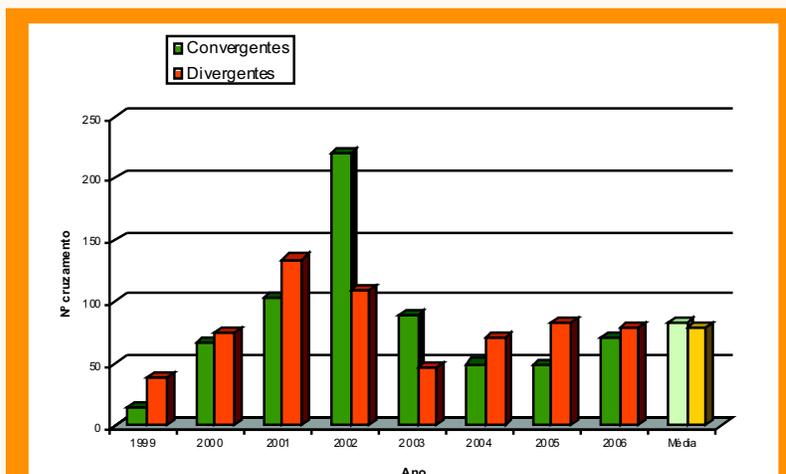


Figura 5. Relação de cruzamentos convergentes e divergentes realizados na Epagri/EEI de 1999 até 2006 na cultura do arroz irrigado

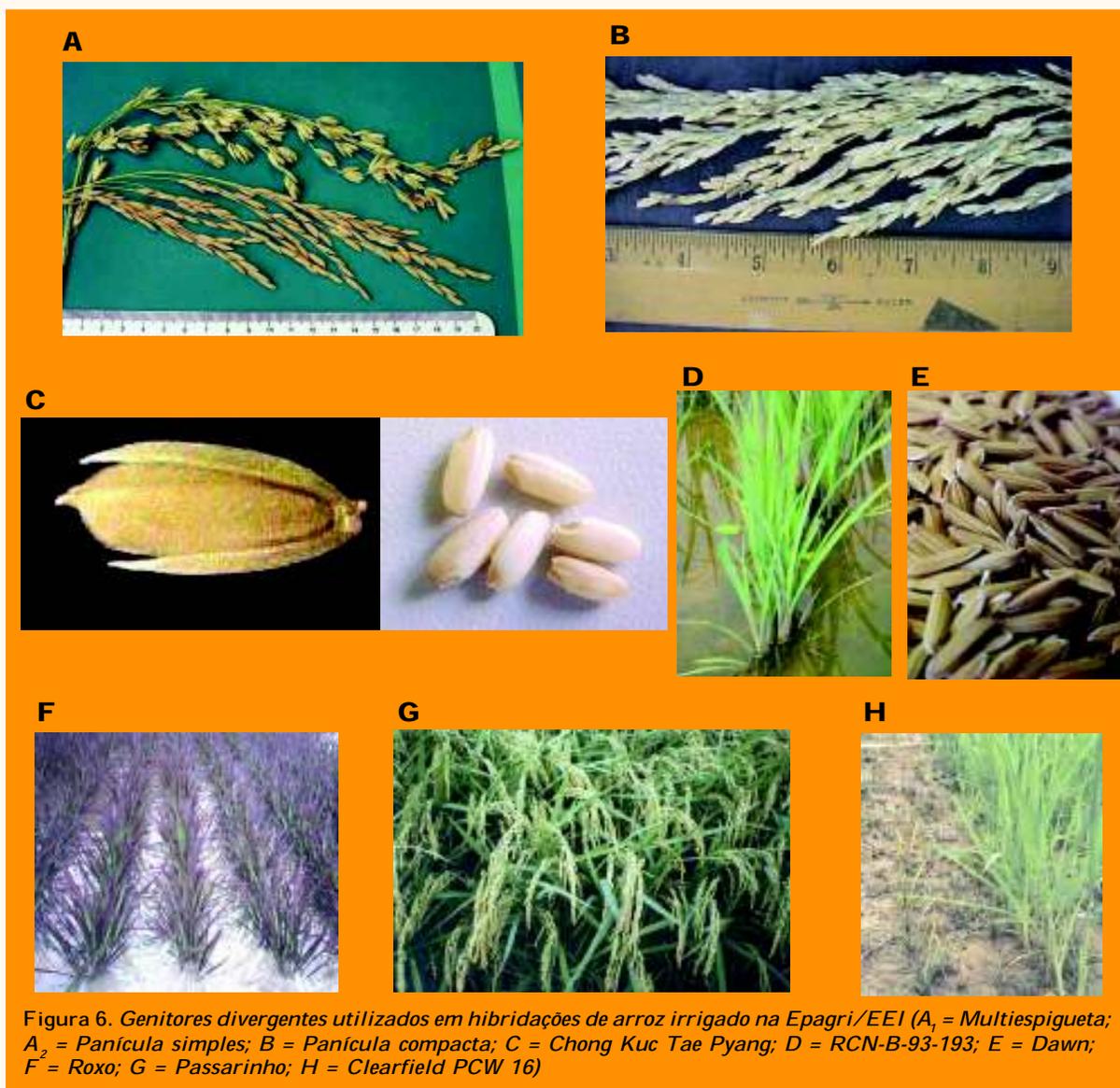


Figura 6. Genitores divergentes utilizados em hibridações de arroz irrigado na Epagri/EEI (A₁ = Multiespigueta; A₂ = Panícula simples; B = Panícula compacta; C = Chong Kuc Tae Pyang; D = RCN-B-93-193; E = Dawn; F = Roxo; G = Passarinho; H = Clearfield PCW 16)

esforços para manter os atuais índices de ganho.

Literatura citada

1. BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. *Melhoramento de plantas*. 4.ed. Viçosa: UFV, 2005. p.145-164.
2. CIAT. *Morfologia de la planta de arroz*: guia de estudio. Cali: Ciat, 1978.19p.
3. COFFMANN, W.R.; HERRERA, R.M. Rice. In: FEHR, W.R.; HADLEY, H.H. (Ed.) *Hybridization of crop plants*. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of American, 1980. p.511-522.
4. RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; NEVES, P.C.F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.5, p.349-347, 1996.
5. VIEIRA, J.; CONCEIÇÃO, M.B.; MARCHALEK, R. Caracterização molecular de cultivares e linhagens de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) de interesse no melhoramento genético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Orion, 2005. p.89-92.
6. YOKOYAMA, S.; ISHIY, T. Desenvolvimento de cultivares. In: EPAGRI. *Arroz irrigado – Sistema pré-germiando*. Epagri: Florianópolis, 2002. p.113-124.
7. ZANINI NETO, J.A. Morfologia e fisiologia da planta de arroz. In: EPAGRI. *Arroz irrigado – Sistema pré-germiando*. Epagri: Florianópolis, 2002. p.11-52.