

Comportamento de somaclones de arroz derivados de híbridos da geração F₁ para resistência à brusone⁽¹⁾

Leila Garcês de Araújo⁽²⁾ e Anne Sitarama Prabhu⁽³⁾

Resumo – A indução de variabilidade genética em relação à resistência à brusone, utilizando cultura de tecidos como material, constitui uma das alternativas para a obtenção de novas fontes de genes de resistência. O objetivo deste estudo foi aumentar a frequência de variantes usando como explante panículas imaturas da geração F₁ de cruzamentos envolvendo fontes altamente suscetíveis e moderadamente resistentes à brusone como parentais. Somaclones de arroz derivados de plantas F₁ dos cruzamentos Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370 foram avaliados, nas gerações avançadas, quanto à resistência à brusone e a algumas características agrônômicas. Nos testes de inoculações em casa de vegetação, todos os somaclones, de ambos os cruzamentos, na geração R₄, apresentaram alto grau de resistência aos patótipos IB-1 e IB-9. Alguns dos somaclones mantiveram-se resistentes na geração R₅, em avaliações realizadas com alta pressão de brusone. No campo, os somaclones R₅ e R₆ mostraram alta frequência de variação quanto à resistência à doença, altura da planta, produtividade, peso e tipo de grãos. Dois somaclones derivados do cruzamento Bluebelle/Araguaia e 31 somaclones derivados do cruzamento Maratelli/Basmati-370 foram identificados como novas fontes de resistência à brusone, e podem ser utilizados no programa de melhoramento de arroz irrigado.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, cultura de tecidos, variação genética, resistência a doenças.

Performance of rice somaclones derived from F₁ hybrids to blast resistance

Abstract – The induction of genetic variability, in relation to blast resistance, using tissue culture as a tool, constitutes one of the alternatives for obtaining novel resistance gene sources. The objective of this study was to increase the frequency of variants using immature panicles as explant from the F₁ plants of crosses involving susceptible and moderately blast resistant sources as parents. Somaclones of rice derived from F₁ plants of the crosses Bluebelle/Araguaia and Maratelli/Basmati-370 were assessed in advanced generations for blast resistance and some agronomic characters. In the greenhouse inoculation tests, all somaclones of both crosses in R₄ generation exhibited a high degree of blast resistance to pathotypes IB-1 and IB-9. Some of them remained resistant in the R₅ generation under a high disease pressure. In the field evaluation of R₅ and R₆ generations somaclones showed a high frequency of variation for blast resistance, plant height, grain weight, grain type and yield. Two somaclones derived from the crosses Bluebelle/Araguaia and 31 somaclones developed from the cross between cultivars Maratelli/Basmati-370 were identified as novel blast resistant sources which can be utilized in the irrigated rice breeding program.

Index terms: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, tissue culture, genetic variation, blast resistance.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 31 de agosto de 2001.

⁽²⁾ Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Bolsista do CNPq. E-mail: leilag@cnpaf.embrapa.br

⁽³⁾ Embrapa-CNPAF. E-mail: prabhu@cnpaf.embrapa.br

Introdução

A indução de variabilidade genética em cultivares comerciais e a seleção para diversas características herdáveis são aspectos importantes no desenvolvimento de somaclones com resistência à brusone *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. (sin. *P. oryzae*).

A variação somaclonal tem sido utilizada como meio de recuperar novas variantes de grande importância, como resistência às doenças, além de conservar todas as características desejáveis da cultivar que lhe deu origem (Evans & Sharp, 1986). Utilizando este método, novas linhagens de arroz com resistência à brusone e com características agronômicas desejáveis podem ser desenvolvidas em um curto espaço de tempo. Entretanto, o sucesso desta técnica depende da indução e da regeneração de uma alta frequência de novas variantes genéticas. Estudos anteriores mostraram resultados promissores na obtenção de altos a moderados graus de resistência às doenças, incluindo a brusone, a partir de cultivar suscetível (Xie et al., 1990; Bouharmont et al., 1991). No Brasil foram desenvolvidos somaclones da cultivar de arroz IAC 47 com resistência parcial à brusone e da cultivar Araguaia com resistência vertical e parcial, que podem ser utilizadas como novas fontes de resistência nos programas de melhoramento genético (Araújo et al., 1997, 2000). Os somaclones da cultivar IAC 47 também apresentaram resistência à escaldadura (Araújo et al., 2001). Contudo, a frequência de variantes depende do grau de resistência à brusone da cultivar utilizada para desenvolvimento de somaclones. Algumas cultivares, como Tetep e Taipei 309 demonstraram alta estabilidade na cultura de tecidos e raramente produziram variantes (Xie et al., 1990). Resultados semelhantes foram obtidos no Brasil, onde não houve variação quanto à resistência à brusone nas progênies geradas de cultivares altamente suscetíveis e resistentes como Maratelli e Ramtulasi, respectivamente (Araújo et al., 1998).

Um dos métodos para aumentar a frequência de variantes inclui o uso de tecidos de híbridos como fonte de explante (Xie et al., 1990). Nos estudos das populações R₂ e R₃ iniciais, a variação somaclonal para resistência à brusone foi maior a partir da geração F₁ do que a dos pais (Araújo et al., 1998). Estes resultados demonstraram a necessidade do estudo detalhado do comportamento dos somaclones nas gerações avançadas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variação somaclonal nas gerações avançadas desenvolvidas a partir de panículas imaturas de plantas F₁ de cruzamentos envolvendo fontes altamente sus-

cetíveis e moderadamente resistentes à brusone como parentais.

Material e Métodos

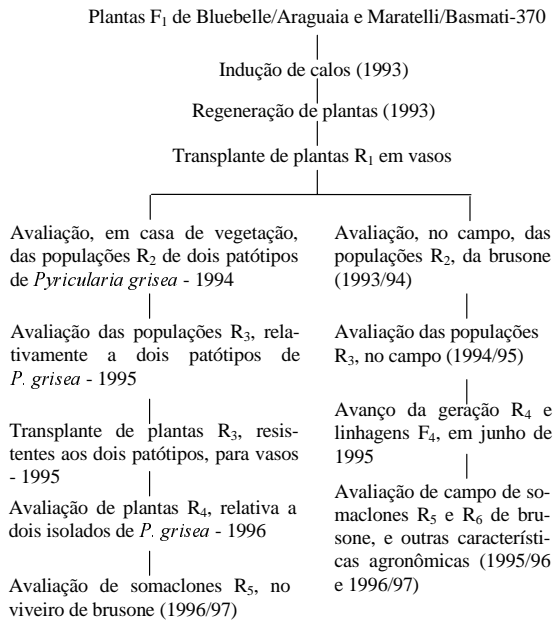
Dois genótipos, Bluebelle e Maratelli, foram selecionados para indução de variabilidade genética para resistência à brusone. A cultivar Bluebelle, de origem americana, foi largamente cultivada em condições irrigadas no Rio Grande do Sul e é considerada como uma cultivar-padrão da qualidade do grão, mas altamente suscetível à brusone. A cultivar Maratelli, oriunda da Itália, possui grão piloso, e é utilizada como testemunha-padrão de suscetibilidade nos experimentos visando resistência à brusone. As cultivares Araguaia e Basmati-370, que apresentaram resistência moderada no campo e resistência completa para alguns isolados de *P. grisea* quando testados em casa de vegetação, foram selecionadas como doadoras nos cruzamentos. As sementes das progênies da geração F₁ dos cruzamentos Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370 foram obtidas em condições controladas de casa de vegetação.

As sementes na geração F₁ dos cruzamentos de Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370 foram semeadas em vasos com 6 kg de solo, em casa de vegetação, mantendo-se quatro plantas por vaso até o início do emborrachamento. A indução de calos e a regeneração das plantas foram realizadas no laboratório de cultura de tecidos da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, conforme descrito por Araújo et al. (1998).

A nomenclatura proposta por Yurkova et al. (1982) foi utilizada neste trabalho; as plantas regeneradas são referidas como geração R₁, e as gerações subsequentes, como R₂ a R₆.

Foram conduzidas duas populações separadamente, a saber: uma, proveniente da avaliação e seleção para resistência à brusone, realizada em casa de vegetação e outra, no campo. As populações R₂ e R₃ iniciais foram estudadas em trabalho anterior (Araújo et al., 1998).

No presente trabalho, os experimentos utilizando as progênies nas gerações R₄ e R₅ foram realizados em condições de casa de vegetação e em viveiro de brusone, respectivamente, em 1996 e 1996/97. O viveiro de brusone foi estabelecido no campo, para obtenção de alta pressão de seleção. No campo, foi estudado o comportamento dos somaclones R₅ e R₆ quanto à resistência à brusone e a outras características agronômicas, durante os anos de 1995/96 e 1996/97. Os procedimentos para o desenvolvimento dos somaclones estão descritos no seguinte esquema:



Avaliação em casa de vegetação e viveiro de brusone

As populações R₂ e R₃ iniciais dos dois cruzamentos foram avaliadas quanto à resistência à brusone em estudos anteriores (Araújo et al., 1998). As plantas resistentes selecionadas em inoculações artificiais dos patótipos IB-1 e IB-9 foram transplantadas para vasos, em casa de vegetação, para obtenção de sementes R₄.

As plantas R₄, em 1996, foram avaliadas quanto à resistência aos dois patótipos de *P. grisea*, acima mencionados, os quais foram identificados com base nas reações das oito diferenciadoras internacionais (Atkins et al., 1967). O experimento de casa de vegetação foi conduzido em bandejas medindo 30x10x15 cm contendo 3 kg de solo adubado por ocasião do plantio com 5 g da fórmula 4-30-16, 1 g de sulfato de zinco e 2 g de sulfato de amônio. Foi feita uma adubação de cobertura, 20 dias após a semeadura, com 2 g de sulfato de amônio. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos consistiram de 27 somaclones R₄, sendo cinco derivados do cruzamento Bluebelle/Araguaia e 22 do cruzamento Maratelli/Basmati-370, além dos progenitores Bluebelle, Araguaia, Maratelli e Basmati-370. Cada bandeja continha dez sulcos com 15 plantas por sulco. Também foram semeadas oito variedades diferenciadoras internacionais, as quais foram infectadas com cada isolado, para identificação dos patótipos.

As plantas R₄, aos 22 dias de idade, receberam a inoculação de uma suspensão contendo 3x10⁵ esporos/mL,

por meio de um pulverizador DeVillbiss Nº 15 (DeVillbiss, Health Care Division, Somerset, PA. 15501, USA), ligado a um compressor com pressão padronizada a 0,001 kg/cm². Após a inoculação, as plantas foram incubadas em câmara úmida, por 24 horas, sendo, posteriormente, transferidas para casa de vegetação com temperatura variando de 25 a 29°C. As avaliações da brusone nas folhas foram realizadas de sete a nove dias após a infecção, utilizando uma escala visual de notas variando de 0 a 9, modificada de Leung et al. (1988), em que 0 a 3 indica reação de resistência, e 4 a 9, reação de suscetibilidade. Plântulas mostrando reação de resistência ao patótipo IB-1 receberam a inoculação do patótipo IB-9, quando a maioria das plântulas apresentavam a quarta folha totalmente desenvolvida. As plântulas resistentes aos dois patótipos foram transplantadas para vaso contendo 6 kg de solo para colheita de sementes R₅.

Na geração R₅, 1996/97, 20 e 47 somaclones provenientes dos cruzamentos Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370, respectivamente, além dos progenitores, foram avaliados em viveiro, sob alta pressão da doença. Na adubação, utilizaram-se 250 kg/ha da fórmula 4-30-16 e 125 kg/ha de sulfato de zinco. Foram utilizadas linhas de 0,5 m de comprimento, um espaçamento de 0,10 m e uma densidade de semeadura de 200 sementes/m linear. Uma bordadura formada pela mistura das cultivares suscetíveis IAC 47 e IAC 201 foi estabelecida 30 dias antes do plantio, para induzir a epidemia da doença. A avaliação da brusone nas folhas foi realizada aos 34 dias após o plantio, utilizando-se uma escala visual de notas variando de 0 a 9 (International Rice Research Institute, 1988), na qual, 0 a 3 indica reação de resistência, e 4 a 9, reação de suscetibilidade.

Avaliação de campo

As sementes provenientes de cada planta selecionada na geração R₄ foram semeadas em uma linha de 2,0 m, em junho de 1995, e irrigadas por inundação. Procedeu-se à colheita massal de 20 plantas R₄ de cada somaclone, totalizando 19 e 167 linhas R₅ de Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370, respectivamente. Avançou-se também a geração F₄ dos dois cruzamentos, e obtiveram-se sementes F₅.

No presente trabalho, foram utilizados somaclones nas gerações R₅ e R₆, para avaliação da brusone e de outras características agrônomicas nas condições de campo. Na safra de 1995/96, foram conduzidos dois experimentos de campo em condições de várzea úmida, em solo Glei Húmico, um com 19 somaclones R₅ de Bluebelle/Araguaia, e outro, com 167 somaclones R₅ de Maratelli/Basmati-370. O delineamento experimental dos dois experimentos foi o de blocos aumentados de Federer, com cinco linhagens F₅

(testemunhas), que foram extraídas dos mesmos cruzamentos, pelo método genealógico de melhoramento. O solo foi adubado no sulco, por ocasião do plantio, com 250 kg/ha da fórmula 4-30-16, 25 kg/ha de N (sulfato de amônio), e 5 kg/ha de Zn (sulfato de zinco). Utilizou-se o espaçamento de 0,20 m entre linhas, e uma densidade de semeadura de 100 sementes/m linear. Cada parcela constituiu-se de três linhas de 2,0 m, perfazendo uma área total de 1,2 m². Trinta dias antes do plantio do experimento, uma bordadura com três linhas de uma mistura em proporções iguais de cultivares suscetíveis foi semeada perpendicularmente às linhas das parcelas. Nos dois experimentos avaliou-se a brusone nas folhas, e, nas panículas, a altura da planta (cm), o peso de grãos de 100 panículas da linha central (g), a duração do ciclo (dias após o plantio-DAP) e tipo de grão. A brusone nas folhas foi avaliada aos 56 DAP, utilizando a mesma escala descrita anteriormente (International Rice Research Institute, 1988). A brusone nas panículas foi avaliada dez dias antes da colheita, com base na porcentagem de panículas infectadas. A altura da planta (cm) foi determinada na maturação do perfilho principal, medindo-se uma planta ao acaso por parcela.

Nos dois experimentos, o tipo de grão foi determinado de acordo com Jennings et al. (1979), medindo-se o comprimento e a largura de 20 grãos. Avaliou-se também a coloração do grão e do ápulo. Foram selecionados, para os estudos da geração R₆, 10 somaclones de Bluebelle/Araguaia baseando-se na incidência de brusone nas panículas, altura e peso de grãos de 100 panículas, e 31 somaclones de Maratelli/Basmati-370 com relação à brusone nas panículas, aroma e peso dos grãos de 100 panículas.

Os somaclones R₆ foram obtidos a partir de mistura de sementes colhidas em plantas nas linhas R₅. Foram conduzidos dois experimentos de campo na safra 1996/97: um, com 12 tratamentos, incluindo dez somaclones R₆ do cruzamento Bluebelle/Araguaia e as cultivares Bluebelle e Araguaia, e outro, com 33 tratamentos, sendo 31 somaclones R₆ do cruzamento Maratelli/Basmati-370 e as cultivares Maratelli e Basmati-370. O delineamento experimental nos dois experimentos foi o de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas consistiram de cinco linhas de 4,0 m, a espaços de 0,20 m, e com densidade de semeadura de 100 sementes/m linear, perfazendo uma área total de 4,0 m². A adubação foi a mesma usada para a geração R₅.

No primeiro experimento, a brusone nas folhas foi avaliada da mesma maneira que na geração anterior. Foram determinados também o comprimento (cm) e a largura (cm) da folha-bandeira, utilizando-se uma amostra de 20 folhas por parcela. A altura da planta (cm) foi medida em três plantas ao acaso, nas três linhas centrais de cada parcela.

A produtividade (kg/ha), ajustada para 13% de umidade, foi avaliada em uma área útil de 1,8 m².

No segundo experimento da geração R₆, avaliou-se também a brusone nas folhas, o comprimento e a largura da folha-bandeira (cm), a altura da planta (cm), o aroma, o peso de grãos de 100 panículas (g) e a produtividade (kg/ha). Com exceção do teste do aroma, o método utilizado para avaliar estes parâmetros foi idêntico ao dos testes anteriores. O teste do aroma foi realizado no estádio de emborrachamento, 71 dias após o plantio, utilizando 2,0 g da penúltima folha. O método consistiu na imersão de 2,0 g de folha picada em 10 mL de solução de KOH a 1,7%, em tubos de ensaio, por dez minutos à temperatura de 30°C (Sood & Siddiq, 1978). Foi feita uma avaliação baseada em uma escala de três graus (1: aroma fraco; 2: aroma médio e 3: aroma igual ao da cultivar aromática Basmati-370), de acordo com a intensidade do aroma emitido no tubo.

Resultados e Discussão

Avaliação em casa de vegetação e viveiro de brusone

A reação dos 27 somaclones R₄ – cinco do cruzamento Bluebelle/Araguaia e 22 do cruzamento Maratelli/Basmati-370 – sempre foi de resistência (0 a 3) aos patótipos IB-1 e IB-9 de *P. grisea*, indicando a atuação de genes maiores.

Os resultados da avaliação de 20 e 47 somaclones R₅ de Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370, respectivamente, estão apresentados na Figura 1. Dos somaclones derivados do F₁ do cruzamento Bluebelle/Araguaia, 20% mostraram resistência vertical, enquanto os progenitores Bluebelle e Araguaia apresentaram suscetibilidade (100%), sob alta pressão de doença. Nos somaclones derivados do cruzamento Maratelli/Basmati-370, uma porcentagem maior (74,5%) de plantas foi resistente em relação aos somaclones oriundos do cruzamento Bluebelle/Araguaia. Os progenitores Maratelli e Basmati-370 apresentaram suscetibilidade (100%). Trabalho anterior mostrou que as plantas regeneradas na geração R₃, tanto das cultivares Bluebelle como de Maratelli, foram altamente suscetíveis nas inoculações do patótipo IB-1 (Araújo et al., 1998). Estes resultados indicam a importância do uso de híbridos (F₁), utilizando um dos doadores resistentes ou moderadamente resistentes nos cruzamentos, para obtenção de somaclones resistentes.

A resistência de plantas F₁ de pais com alto e moderado grau de suscetibilidade geralmente apre-

senta proporções mendelianas. A resistência aos patótipos IB-1 e IB-9 é controlada por um a três genes que segregam independentemente na progênie (Filippi & Prabhu, 1996). O comportamento dos somaclones nas gerações iniciais derivados da geração F₁ variou, de acordo com o grau de resistência (Araújo et al., 1998). As progênies da geração F₁ dos cruzamentos Bluebelle/Araguaia e Maratelli/Basmati-370, utilizadas como testemunhas, foram altamente suscetíveis. A segregação das plantas R₂ do cruzamento Bluebelle/Araguaia foi de 3 resistentes para 1 suscetível, indicando, assim, a dominância da resistência, enquanto as plantas R₂ do cruzamento Maratelli/Basmati-370 segregaram na proporção de 1 resistente para 3 suscetíveis, o que indica que a resistência é controlada por um gene recessivo para o patótipo IB-1. As plantas resistentes foram recuperadas na geração R₃ destes dois cruzamentos. Por outro lado, as testemunhas correspondentes às progênies F₂ do cruzamento Maratelli/Basmati-370 não mostraram segregação para resistência, e a frequência de plantas resistentes de F₂ do cruzamento Bluebelle/Araguaia foi semelhante na geração R₃. No presente trabalho, todas as plantas resistentes selecionadas nas gerações R₂ e R₃ em inoculações dos patótipos IB-1 e IB-9 permaneceram resistentes na geração R₄, o que sugere que haja estabilidade da resistência. No viveiro de brusone, a quebra da resistência pode ser atribuída à ocorrência de diversos patótipos de *P. grisea* e à natureza específica da resistência.

Avaliação de campo

Os somaclones desenvolvidos por meio da avaliação e da seleção de populações iniciais conduzidas no campo foram estudados quanto ao seu comportamento para resistência à brusone e outras características agrônômicas na geração R₅ (Tabelas 1 e 2).

Todos os 19 somaclones R₅ de Bluebelle/Araguaia apresentaram resistência à brusone nas folhas, com reações variando de 1 a 3, ao passo que as cinco linhagens F₅, utilizadas como testemunhas, apresentaram reações variando de 3 a 5 no campo (Tabela 1). A incidência de brusone nas panículas dos somaclones R₅ deste cruzamento variou de zero a 100%, enquanto nas linhagens F₅ a incidência variou de 76% a 86%. Dois somaclones R₅, SCBA13 e

SCBA14, não apresentaram brusone nas panículas, indicando alto grau de resistência nas folhas e nas panículas em condições de campo. Os somaclones R₅ não diferiram das testemunhas F₅, quanto à altura e peso de grãos de 100 panículas. Entretanto, dos 19 somaclones avaliados, 12 apresentaram ciclo com duração de 100 dias, e sete, de 130 dias, ao passo que as testemunhas apresentaram um ciclo de 130 dias. Resultados semelhantes, com relação ao florescimento precoce, foram observados por Fukui

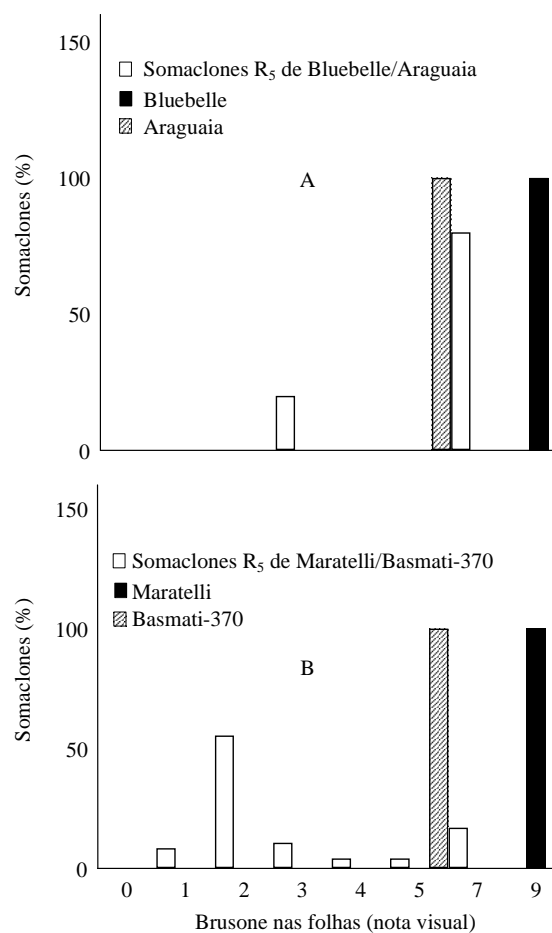


Figura 1. Frequência de distribuição de somaclones R₅ oriundos do cruzamento Bluebelle/Araguaia (A) e Maratelli/Basmati-370 (B) de acordo com a resistência (notas 0 a 3) e suscetibilidade (notas 4 a 9) à brusone nas folhas de arroz em viveiro de brusone (o método de avaliação e seleção foi realizado nas gerações iniciais em casa de vegetação, utilizando as raças IB-1 e IB-9).

(1983). Os somaclones R₅ apresentaram variação de quatro tipos diferentes de grãos. Oito somaclones apresentaram grão longo com coloração amarela, e apículo branco; seis mostraram grão longo com coloração dourada e apículo branco; três apresentaram grão com coloração amarela e apículo avermelhado, e dois mostraram grão longo com coloração dourada e apículo avermelhado. As cinco linhagens F₅ apresentaram também os mesmos quatro tipos de grãos dos somaclones, mas segregaram dentro de cada linhagem (Tabela 1). A análise genética de quatro cultivares chinesas com diferentes tipos de grãos mos-

traram comprimento e peso dos grãos dos somaclones reduzidos, e alteração na coloração do grão, comparados com os parentais (Zheng et al., 1989).

Os resultados de avaliação dos somaclones R₅ de Maratelli/Basmati-370 foram semelhantes aos de Bluebelle/Araguaia. Todos os 167 somaclones R₅ apresentaram resistência à brusone nas folhas no campo. Entre os 31 somaclones R₅ de Maratelli/Basmati-370, apresentados na Tabela 2, 26 somaclones comportaram-se como resistentes, e cinco, como suscetíveis à brusone nas panículas, além da resistência à brusone nas folhas. As cinco linhagens

Tabela 1. Brusone nas folhas, incidência de brusone nas panículas, altura da planta e peso de grãos de 100 panículas de 19 somaclones R₅ obtidos do cruzamento Bluebelle/Araguaia. Goiânia, 1995/96.

Genótipos	Brusone		Altura da planta (cm)	Peso de grãos de 100 panículas (g)	Tipo de grão ⁽¹⁾
	Nota visual folha ⁽²⁾	Incidência panícula (%) ⁽³⁾			
SCBA ⁽⁴⁾ 01 ⁽⁵⁾ (CNAI9594) ⁽⁶⁾	1	8,0	90,0	71,5	T ₂
SCBA02 ⁽⁵⁾	3	14,0	94,0	81,0	T ₂
SCBA03 ⁽⁵⁾	3	20,0	90,0	121,5	T ₁
SCBA04 ⁽⁵⁾ (CNAI9595)	1	10,0*(V)	98,0	165,9	T ₁
SCBA05 ⁽⁵⁾	3	50,0	76,0	79,4	T ₁
SCBA06 ⁽⁵⁾	1	40,0	95,0	58,8	T ₂
SCBA07 ⁽⁵⁾	1	40,0	66,0	61,9	T ₁
SCBA08 ⁽⁵⁾	1	40,0	65,0	78,5	T ₄
SCBA09 ⁽⁵⁾	1	100,0	100,0	41,9	T ₂
SCBA10 ⁽⁵⁾	1	6,0	94,0	77,7	T ₁
SCBA11 ⁽⁵⁾	3	40,0	85,0	87,4	T ₁
SCBA12 ⁽⁷⁾	1	21,0*(IV, V)	95,0	22,9	T ₃
SCBA13 ⁽⁷⁾	1	0,0*	91,0	26,3	T ₂
SCBA14 ⁽⁷⁾	1	0,0*	108,0	130,1	T ₁
SCBA15 ⁽⁷⁾	3	30,0	109,0	124,7	T ₃
SCBA16 ⁽⁷⁾	1	8,0	101,0	117,2	T ₂
SCBA17 ⁽⁵⁾	1	80,0	73,0	33,7	T ₁
SCBA18 ⁽⁷⁾	1	50,0	80,0	77,3	T ₄
SCBA19 ⁽⁷⁾	3	60,0	100,0	80,0	T ₃
F ₅ ⁽⁸⁾ (I)	5	76,0	93,0	80,9	T ₁ ; T ₂
F ₅ (II)	3	77,2	101,0	79,1	T ₂ ; T ₃
F ₅ (III)	5	79,6	99,2	89,7	T ₃ ; T ₄
F ₅ (IV)	3	80,0	98,4	82,9	T ₁ ; T ₂
F ₅ (V)	3	86,0	94,0	86,8	T ₁ ; T ₄
CV ⁽⁹⁾ (%)	-	17,5	12,6	13,2	-
DMS ⁽⁹⁾	-	75,00	85,59	82,90	-

⁽¹⁾T₁: grão longo com coloração amarela e apículo branco; T₂: grão longo de coloração dourada e apículo branco; T₃: grão longo com coloração amarela e apículo avermelhado e T₄: grão longo com coloração dourada e apículo avermelhado (Bluebelle e Araguaia = grão longo). ⁽²⁾Notas 0 a 3: resistentes e notas de 4 a 9: suscetíveis. ⁽³⁾Médias seguidas por um asterisco diferem significativamente de todas as testemunhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; média seguida por *(IV, V) difere significativamente pelo teste de Tukey das testemunhas IV e V; média seguida por *(V) difere significativamente pelo teste de Tukey da testemunha V. ⁽⁴⁾Somaclone derivado do F₁ do cruzamento Bluebelle/Araguaia. ⁽⁵⁾Somaclone de ciclo precoce, com duração de 100 dias. ⁽⁶⁾Número da entrada no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. ⁽⁷⁾Somaclone de ciclo médio, com duração de 130 dias. ⁽⁸⁾F₅ do cruzamento entre as cultivares Bluebelle e Araguaia de ciclo médio, com duração de 130 dias. ⁽⁹⁾CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 2. Brusone nas folhas, incidência de brusone nas panículas, altura da planta e peso dos grãos de 100 panículas de 31 somaclones R₅ obtidos do cruzamento Maratelli/Basmati-370. Goiânia, 1995/96.

Genótipos	Brusone		Altura da planta (cm) ⁽¹⁾	Peso de grãos de 100 panículas (g)	Tipo de grão ⁽⁴⁾
	Nota visual folha ⁽²⁾	Incidência panícula (%) ⁽³⁾			
SCMB ⁽⁵⁾ 01 ⁽⁶⁾	1	49,0	80,3	101,8	T ₁
SCMB02 ⁽⁶⁾	1	59,0	74,3	114,0	T ₁
SCMB03 ⁽⁶⁾ (CNAI9596) ⁽⁷⁾	1	49,0	82,3	119,0	T ₁
SCMB04 ⁽⁶⁾ (CNAI9597)	1	0,0*	80,1	112,3	T ₂
SCMB05 ⁽⁶⁾	1	0,0*	85,9	145,6	T ₁
SCMB06 ⁽⁶⁾	1	0,0*	78,9	114,2	T ₁
SCMB07 ⁽⁶⁾	1	0,0*	80,9	112,8	T ₁
SCMB08 ⁽⁶⁾	1	0,0*	62,5* (I, III, IV, V)	100,1	T ₁
SCMB09 ⁽⁶⁾	1	15,0	74,5	90,4	T ₁
SCMB10 ⁽⁶⁾	1	15,0	79,5	95,5	T ₁
SCMB11 ⁽⁶⁾	1	0,0*	83,9	100,8	T ₁
SCMB12 ⁽⁸⁾ (CNAI9598)	1	0,0*	101,9	150,1	T ₂
SCMB13 ⁽⁸⁾ (CNAI9599)	1	0,0*	117,9	95,4	T ₂
SCMB14 ⁽⁶⁾ (CNAI9600)	1	0,0*	87,3	98,4	T ₁
SCMB15 ⁽⁸⁾ (CNAI9601)	1	0,0*	107,5	92,4	T ₁
SCMB16 ⁽⁶⁾	1	0,0*	92,5	119,3	T ₁
SCMB17 ⁽⁶⁾	1	0,0*	83,5	109,6	T ₁
SCMB18 ⁽⁶⁾	1	0,0*	83,5	111,8	T ₁
SCMB19 ⁽⁶⁾	1	0,0*	75,5	102,9	T ₁
SCMB20 ⁽⁶⁾	1	0,0*	84,5	128,4	T ₁
SCMB21 ⁽⁶⁾	1	0,0*	78,5	105,0	T ₁
SCMB22 ⁽⁶⁾ (CNAI9602)	1	0,0*	76,5	119,8	T ₂
SCMB23 ⁽⁶⁾	1	0,0*	68,5	112,1	T ₁
SCMB24 ⁽⁶⁾	1	0,0*	78,5	113,8	T ₁
SCMB25 ⁽⁶⁾ (CNAI9603)	1	0,0*	71,1	111,0	T ₂
SCMB26 ⁽⁶⁾	1	0,0*	70,1	107,5	T ₁
SCMB27 ⁽⁶⁾	1	0,0*	79,1	110,6	T ₁
SCMB28 ⁽⁶⁾ (CNAI9604)	1	0,0*	82,1	122,3	T ₂
SCMB29 ⁽⁶⁾	1	0,0*	78,1	128,8	T ₁
SCMB30 ⁽⁶⁾ (CNAI9605)	1	0,0*	84,1	110,1	T ₂
SCMB31 ⁽⁶⁾	1	0,0*	73,3	120,1	T ₁
F ₅ ⁽⁹⁾ (I)	5	76,0	121,7	58,1	T ₁ ; T ₂
F ₅ (II)	7	77,2	118,0	49,7	T ₁ ; T ₃
F ₅ (III)	7	79,6	126,2	43,2	T ₁ ; T ₄
F ₅ (IV)	7	80,0	123,9	56,8	T ₂ ; T ₃
F ₅ (V)	7	86,0	121,7	45,2	T ₃ ; T ₄
CV ⁽¹⁰⁾ (%)	-	44,4	9,6	43,8	-
DMS ⁽¹⁰⁾	-	91,1	59,0	174,9	-

⁽¹⁾Média seguida por *(I, III, IV, V) diferem significativamente pelo teste de Tukey das testemunhas 1, 3, 4 e 5. ⁽²⁾Notas 0 a 3: resistentes e notas de 4 a 9: suscetíveis. ⁽³⁾Médias seguidas por um asterisco diferem significativamente de todas testemunhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽⁴⁾T₁: grão médio com apículo branco; T₂: grão longo com apículo branco; T₃: grão longo com arista vermelha; T₄: grão longo com arista preta (Maratelli = grão curto e Basmati-370 = grão longo). ⁽⁵⁾Somaclone derivado do F₁ do cruzamento Maratelli/Basmati-370. ⁽⁶⁾Somaclone de ciclo precoce com duração de 100 dias. ⁽⁷⁾Número da entrada no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. ⁽⁸⁾Somaclone de ciclo médio, com duração de 130 dias. ⁽⁹⁾F₅ do cruzamento de Maratelli e Basmati-370 de ciclo médio, com duração de 130 dias. ⁽¹⁰⁾CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

F₅ comportaram-se como suscetíveis, com reações de brusone nas folhas variando 5 a 7. Quanto à brusone nas panículas, a suscetibilidade das linhagens F₅ variou de 76% a 86%. Somente o somaclone SCMB08 diferiu significativamente de quatro linhagens F₅ quanto à altura. Não houve diferença estatística entre somaclones e linhagens F₅ quanto ao peso de 100 panículas. Entretanto, dos 31 somaclones avaliados, 28 apresentaram ciclo com duração de 100 dias, e três, de 130 dias, e as testemunhas apresentaram ciclo de 130 dias. Observaram-se dois tipos de grãos nos somaclones, e quatro, nas linhagens F₅, obtidas pelo método convencional. Sete somaclones apresentaram grão longo, igual ao de Basmati-370, enquanto as linhagens F₅ apresentaram quatro tipos de grãos e segregaram dentro de cada linhagem.

Os resultados da avaliação no campo quanto à brusone nas folhas, comprimento da folha-bandeira, largura da folha-bandeira, altura e produtividade dos somaclones R₆ de Bluebelle/Araguaia, são apresentados na Tabela 3. Dos 10 somaclones, seis mantiveram a resistência apresentada na geração R₅. Foi observada diferença significativa quanto ao comprimento e à largura da folha-bandeira, demonstrando, assim, variabilidade morfológica. Os somaclones SCBA12 e SCBA13 apresentaram valores de comprimento e largura da folha-bandeira significativamente

menores do que os da cultivar Bluebelle. A altura dos somaclones variou de 87,22 a 113,0 cm. Somente o somaclone SCBA14 mostrou altura significativamente maior que a cultivar Bluebelle; e dois somaclones, SCBA12 e SCBA13, apresentaram altura menor que a cultivar Araguaia. Seis somaclones (SCBA09, SCBA11, SCBA12, SCBA14, SCBA16, SCBA18) foram significativamente superiores em produtividade, em comparação com os da cultivar Bluebelle, e idênticos aos da cultivar Araguaia.

Os somaclones SCBA01 e SCBA04, que apresentaram resistência completa, coloração do grão dourada e amarelo, respectivamente, e grãos longos, estão registradas no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, como coleção de trabalho do melhorista, sob os números CNAI9594 e CNAI9595, respectivamente, para serem usados como novas fontes de resistência.

Os resultados da avaliação no campo quanto à brusone nas folhas, comprimento da folha-bandeira, largura da folha-bandeira, altura, aroma, peso de grãos de 100 panículas e produtividade dos somaclones R₆ de Maratelli/Basmati-370, são apresentados na Tabela 4. Todos os 31 somaclones mantiveram a resistência à brusone apresentada na geração R₅. Foram observadas diferenças significativas

Tabela 3. Brusone nas folhas, comprimento e largura de folha-bandeira, altura da planta e produtividade de dez somaclones R₆ obtidos do cruzamento Bluebelle/Araguaia. Goiânia, 1996/97⁽¹⁾.

Genótipos	Nota visual ⁽²⁾	Comprimento da folha-bandeira (cm)	Largura da folha-bandeira (cm)	Altura da planta (cm)	Produtividade (kg/ha)
Blubelle	9	28,88a	1,39bc	89,56cd	1.445d
SCBA ⁽³⁾ 01 (CNA9594) ⁽⁴⁾	3	27,67ab	1,36bcd	98,7abc	2.020abcd
SCBA11	5	25,47ab	1,35bcd	92,16bcd	2.447abc
SCBA16	5	24,20abc	1,52b	101,9abcd	2.826a
SCBA18	5	23,62abc	1,30cbc	95,8abcd	2.407abc
SCBA02	3	23,26abc	1,20cde	98,6abcd	1.715cd
SCBA14	5	22,27abc	1,38bc	113,0a	2.750ab
Araguaia	4	21,60abc	1,30cde	111,1ab	2.368abcd
SCBA09	1	21,46abc	1,15de	102,9abcd	2.856a
SCBA06	3	21,37abc	1,78a	95,89abcd	1.839bcd
SCBA12	3	20,23bc	1,13e	87,22d	2.491abc
SCBA13	1	17,01c	1,10e	88,34d	1.719cd
CV (%)	-	11,83	5,51	6,79	14,11

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ⁽²⁾Notas de 0 a 3: resistentes e notas de 4 a 9: suscetíveis.

⁽³⁾Somaclone derivado do F₁ do cruzamento Bluebelle/Araguaia. ⁽⁴⁾Número da entrada no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão.

referentes a comprimento e largura da folha-bandeira dos somaclones em relação aos das cultivares Maratelli e Basmati-370. Entre os 31 somaclones avaliados, 29 apresentaram altura significativamente menor do que a cultivar Basmati-370. Todos os somaclones apresentaram características aromáticas e produtividades superiores aos da cultivar Maratelli. A importância dos somaclones oriundos do cruzamento entre as cultivares Maratelli e Basmati-370 encontra-se na resistência completa à brusone, na redução da altura e no acamamento das plantas e no tipo de grão longo. Os somaclones SCMB03,

SCMB04, SCMB12, SCMB13, SCMB14, SCMB15, SCMB22, SCMB25, SCMB28 e SCMB30 estão registrados no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, como coleção de trabalho do melhorista, com os números: CNAI9596, CNAI9597, CNAI9598, CNAI9599, CNAI9600, CNAI9601, CNAI9602, CNAI9603, CNAI9604, CNAI9605 e CNAI9606, respectivamente, para serem utilizados como novas fontes de resistência.

A variação das características controladas por genes maiores e dominantes, como a brusone, são

Tabela 4. Brusone nas folhas, comprimento e largura da folha-bandeira, altura da planta, aroma e produtividade de 31 somaclones R₆ obtidos do cruzamento Maratelli/Basmati-370. Goiânia, 1996/97⁽¹⁾.

Genótipos	Nota visual ⁽²⁾	Comprimento da folha-bandeira (cm)	Largura da folha-bandeira (cm)	Altura da planta (cm)	Aroma (nota média)	Peso de grãos de 100 panículas (g)	Produtividade (kg/ha)
SCMB ⁽³⁾ 12 (CNAI9598) ⁽⁴⁾	1	39,77a	1,08b	140,80a	2,66a	160,8a	2.455ab
Basmati-370	7	35,90ab	1,19ab	107,00b	3,00a	152,4ab	2.655a
SCMB15 (CNAI9601)	1	32,37bc	1,21ab	108,70b	3,00a	134,7abc	1.971ab
SCMB28 (CNAI9604)	1	31,40bcd	1,24ab	82,67c	2,33ab	131,9abc	2.284ab
SCMB29	1	30,23bcd	1,42ab	78,00c	2,00ab	135,6abc	2.108ab
SCMB31	1	29,83bcd	1,36ab	79,78c	2,00ab	138,8abc	2.141ab
SCMB13 (CNAI9599)	1	29,13bcd	1,31ab	111,70b	3,00a	127,1abc	1.779ab
SCMB27	1	29,10bcd	1,33ab	81,33c	2,00ab	121,8abc	1.951ab
SCMB06	1	28,67bcde	1,34ab	77,78c	1,33ab	127,0abc	1.830ab
SCMB02	1	28,53cde	1,41ab	77,44c	1,33ab	120,9abc	2.131ab
SCMB11	1	28,30cde	1,43ab	79,22c	2,00ab	125,3abc	2.197ab
SCMB22 (CNAI9602)	1	28,27cde	1,37ab	75,00c	2,33ab	132,6abc	2.328ab
SCMB30 (CNAI9605)	1	28,10cde	1,28ab	77,89c	2,00ab	124,1abc	2.137ab
SCMB16	1	28,07cde	1,33ab	79,34c	1,33ab	134,4abc	2.167ab
SCMB21	1	28,07cde	1,33ab	78,67c	2,00ab	126,5abc	2.107ab
SCMB10	1	27,83cde	1,32ab	77,11c	2,33ab	101,9bcd	1.526ab
SCMB20	1	27,67cde	1,38ab	76,89c	1,33ab	122,0abc	1.987ab
SCMB01	1	27,63cde	1,33ab	77,00c	1,33ab	131,7abc	1.859ab
SCMB08	1	27,53cde	1,32ab	73,56c	2,33ab	119,0abc	1.876ab
SCMB19	1	27,10cde	1,42ab	80,11c	1,66ab	144,5abc	2.242ab
SCMB07	1	27,10cde	1,37ab	79,44c	1,00ab	128,4abc	1.974ab
SCMB04	1	26,97cde	1,50a	76,45c	1,66ab	134,0abc	2.100ab
SCMB26	1	26,77cde	1,20ab	76,55c	1,66ab	126,0abc	2.007ab
SCMB17	1	26,67cde	1,31ab	76,22c	1,66ab	126,4abc	1.787ab
SCMB23	1	26,43cde	1,34ab	78,89c	2,00ab	128,5abc	1.876ab
SCMB24	1	26,40cde	1,30ab	75,22c	1,66ab	121,7abc	1.351bc
SCMB09	1	26,30cde	1,34ab	81,22c	1,66ab	130,5abc	1.673ab
SCMB03	1	26,20cde	1,17ab	79,56c	1,67ab	98,57cd	1.332bc
SCMB14 (CNAI9600)	1	26,00cde	1,34ab	75,22c	1,00ab	127,2abc	2.052ab
SCMB25 (CNAI9603)	1	25,90cde	1,23ab	76,33c	2,33ab	126,4abc	2.127ab
SCMB05	1	24,73de	1,30ab	79,67c	1,66ab	134,6abc	1.989ab
SCMB18	1	24,30de	1,36ab	78,67c	1,66ab	131,4abc	1.754ab
Maratelli	7	21,63e	1,17ab	66,78c	0,00b	61,7d	343c
CV ⁽⁵⁾ (%)	-	7,71	8,61	6,06	40,40	13,32	17,72
DMS ⁽⁵⁾	-	1,253	0,06583	2,885	0,4313	9,673	198,7

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ⁽²⁾Notas de 0 a 3: resistentes e notas de 4 a 9: suscetíveis. ⁽³⁾Somaclone derivado do F₁ do cruzamento Maratelli/Basmati-370. ⁽⁴⁾Número da entrada no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. ⁽⁵⁾CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

relativamente fáceis de seleção nas gerações iniciais. Por outro lado, as características com herança quantitativa, como altura, ciclo da planta e peso de grãos, são mais difíceis de serem selecionadas nas gerações iniciais, porque os somaclones não estão totalmente em homozigose (Marshall & Courduries, 1992). No presente trabalho, as correlações entre as gerações R_5 e R_6 relativas à altura da planta foram positivas e significativas, tanto nos somaclones derivados do cruzamento Bluebelle/Araguaia ($r = 0,68$; $P \leq 0,05$) quanto nos do cruzamento Maratelli/Basmati-370 ($r = 0,73$; $P \leq 0,01$), indicando, assim, a estabilidade da característica (Figura 2). Os somaclones apresentaram homossiguidade referente à altura da planta, cuja natureza da herança é poligênica.

Nos estudos de avaliação e seleção de populações em casa de vegetação, a resistência à brusone foi mantida em inoculações artificiais, utilizando raças específicas até a geração R_4 . Quando o mesmo

material foi avaliado no viveiro de brusone, na geração R_5 , alguns somaclones apresentaram alto grau de suscetibilidade, possivelmente em virtude da presença de outras raças de *P. grisea*. Por outro lado, o processo seletivo de populações realizado nas condições naturais de infecção no campo, todos os somaclones R_5 de Bluebelle/Araguaia e de Maratelli/Basmati-370 foram resistentes à brusone. A frequência de resistência de somaclones foi maior no método de avaliação e seleção de populações no campo.

Conclusões

1. A variação da resistência gene-específica pode ser induzida em somaclones obtidos a partir da geração F_1 de cruzamentos entre cultivares altamente suscetíveis e moderadamente resistentes.
2. Somaclones derivados de cruzamentos da geração F_1 utilizando doador de resistência moderada apresentam variabilidade maior de características desejáveis, inclusive de resistência à brusone.
3. As novas fontes de resistência podem ser utilizadas no melhoramento de arroz irrigado.

Agradecimentos

Ao Dr. Francisco José P. Zimmermann, pelo auxílio na análise estatística; ao Sr. Pedro Maurício Machado, pela assistência na realização dos experimentos de campo; ao CNPq, pelo financiamento parcial deste estudo.

Referências

- ARAÚJO, L. G. de; PRABHU, A. S.; FREIRE, A. B. Development of blast resistant somaclones of the upland rice cultivar Araguaia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 2, p. 357-367, fev. 2000.
- ARAÚJO, L. G. de; PRABHU, A. S.; FREIRE, A. B. Variação somaclonal na cultivar de arroz IAC-47 para resistência à brusone. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, p. 125-130, 1997.
- ARAÚJO, L. G. de; PRABHU, A. S.; FREIRE, A. B. Variation for rice blast resistance in early somaclonal generations derived from immature panicles. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1349-1359, ago. 1998.
- ARAÚJO, L. G. de; PRABHU, A. S.; SILVA, G. B. Resistência de somaclones da cultivar de arroz IAC 47 a

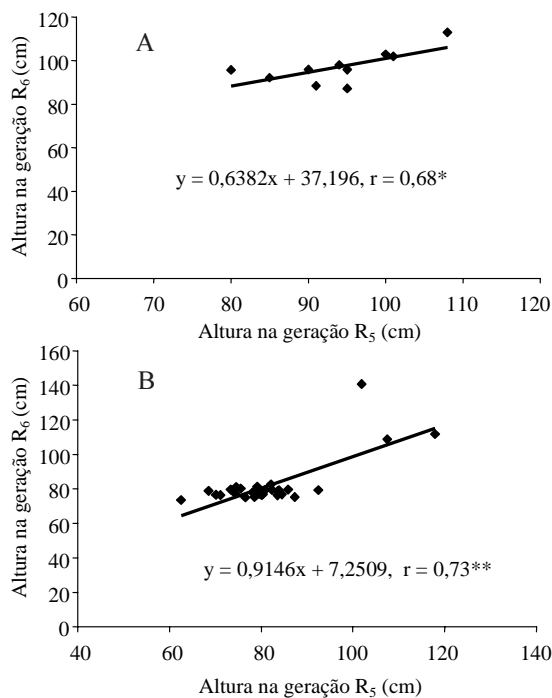


Figura 2. Relação entre altura dos somaclones nas gerações R_5 e R_6 (A: somaclones oriundos do cruzamento Bluebelle/Araguaia, $n = 10$; B: somaclones oriundos do cruzamento Maratelli/Basmati-370, $n = 31$).

- Monographella albescens*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 165-169, 2001.
- ATKINS, J. C.; ROBERT, A. L.; ADAIR, C. R.; GOTO, K.; KOZOKA, T.; KANOGITA, R.; YAMADA, M.; MATSUMOTO, S. An international set of rice varieties for differentiating races of *Pyricularia oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 57, p. 297-301, 1967.
- BOUHARMONT, J.; DEKEYSER, A.; SINT JAN, V. van; DOGBE, Y. S. Application of somaclonal variation and *in vitro* selection to rice improvement. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Manila, Filipinas). **Rice genetics II**. Manila, 1991. p. 271-277.
- EVANS, D. A.; SHARP, W. R. Applications of somaclonal variation. **Biotechnology**, Winthrop, v. 4, p. 528-532, 1986.
- FILIPPI, M. C.; PRABHU, A. S. Inheritance of blast resistance in rice to two *Pyricularia grisea* races, IB-1 and IB-9. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 19, p. 599-604, 1996.
- FUKUI, K. Sequential occurrence of mutation in a growing rice callus. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 65, p. 225-230, 1983.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Standard evaluation system for rice**. 3. ed. Los Baños, 1988. 54 p.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H. E. **Rice improvement**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1979. 186 p.
- LEUNG, H.; BORROMEO, E. S.; BERNARDO, M. A.; NOTTEGHEM, J. L. Genetic analysis of virulence in the blast fungus *Magnaporthe griseae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 78, p. 1227-1233, 1988.
- MARSHALL, G.; COURDURIES, P. An assessment of somaclonal variation in linseed (*Linum usitatissimum*). **Annual Applied Biology**, London, v. 120, p. 501-509, 1992.
- SOOD, B. C.; SIDDIQ, E. A. A rapid technique for scent determination in rice. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 38, p. 268-271, 1978.
- XIE, Q. J.; RUSH, M. C.; CAO, J. Somaclonal variation for disease resistance in rice (*Oryza sativa* L.). In: GRAYSON, B. T.; GREEN, M. B.; COPPING, L. G. (Ed.). **Pest management on rice**. London: Elsevier Applied Science, 1990. p. 491-509.
- YURKOVA, G. N.; LEVENKO, B. A.; NOVOZHJLOV, P. V. Plant regeneration in wheat tissue culture. **Biochemie und Physiologie der Pflanzen**, Jena, v. 177, p. 337-344, 1982.
- ZHENG, K. L.; ZHAN, Z. M.; WANG, G. L.; LUO, Y. K. Somatic cell culture of rice cultures with different grain types: somaclonal variation in some grain and quality characters. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 18, p. 201-208, 1989.