

Somaclones da cultivar de arroz aromático Basmati-370 resistentes à brusone⁽¹⁾

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

Resumo – A cultivar de arroz aromático Basmati-370 é uma das preferidas no mercado mundial. Possui aroma agradável, grão extra-fino, e característica de alongamento após o cozimento; porém, é suscetível a alguns patótipos de *Pyricularia grisea* no Brasil. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o grau de resistência à brusone, e algumas características agronômicas nas gerações avançadas de seus somaclones. Foram estudadas gerações R₅ a R₉, no campo, em viveiro de brusone e em casa de vegetação. Não foram observadas variações significativas na qualidade de grãos e outras características agronômicas. Entretanto, alguns somaclones apresentaram alto grau de resistência à brusone. Foram registrados no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão 19 somaclones como novas fontes de arroz aromático. Dois somaclones, SCBAS04 e SBAS16, exibiram alto grau de resistência à brusone, e foram superiores à cultivar Basmati-370 quanto ao aroma.

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

Blast resistant somaclones of aromatic rice cultivar Basmati-370

Abstract – Basmati-370 is one of the most preferred aromatic fine quality rice in the world market. It has a pleasant aroma, extra fine grain and a characteristic elongation after cooking, but it is susceptible to some pathotypes of *Pyricularia grisea* in Brazil. The objective of the present investigation was to assess the degree of blast resistance and some agronomic characteristics in the advanced generations of its somaclones. The evaluations were carried out in R₅ to R₉ generations, in field trials, in rice blast nursery and greenhouse. Significant variations in grain quality and other agronomic characteristics were not observed. However, some of the somaclones showed higher degree of blast resistance. Nineteen somaclones were registered in the Active Germplasm Bank of Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão as new aromatic rice sources. Two somaclones, SCBAS04 and SBAS16, exhibited a high degree of partial resistance to blast, and were found to be superior to cv. Basmati-370 in aromatic grain characteristic.

Index terms: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, tissue culture, somaclonal variation, disease resistance.

Introdução

O arroz mais procurado no mercado mundial é genericamente conhecido como Basmati (Sakila et al., 1999), possui um aroma agradável, paladar doce, textura macia, curvatura delicada e alongamento com pequeno aumento na espessura após o cozimento. Basmati-370 é uma linha pura, obtida em 1930 por

meio da seleção de uma cultivar nativa desse arroz, plantado tradicionalmente em Punjab e Kashmir, na Índia. Muitos tipos de arroz aromáticos são plantados e consumidos como se fossem arroz Basmati, em diferentes países. Entretanto, poucos satisfazem as normas de qualidade necessárias para exportação como Basmati-370. Não houve sucesso nas tentativas de aumentar a produtividade de 1,8 t/ha do Basmati no Paquistão, sem diminuir a qualidade do aroma, pelo método convencional de melhoramento (Mubarik & Flinn, 1989). Essa cultivar, que é arroz irrigado, apresenta grão extra-longo-fino, característica desejável para a exportação, mas mostra-se suscetível a algumas raças de brusone que ocorrem no Brasil (Prabhu et al., 1982).

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 18 de outubro 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

A brusone, cujo agente causal é o fungo *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. (sin. *P. oryzae*), é uma das doenças mais destrutivas em arroz irrigado no Brasil. A resistência genética à brusone nessa cultivar é importante para viabilizar o seu cultivo visando ao mercado consumidor interno, e, no futuro, à sua exportação para outros países.

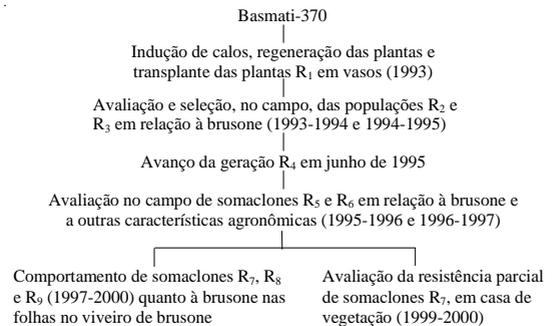
A cultura de tecidos é uma das técnicas apropriadas para a indução de variabilidade quanto a resistência à brusone em curto espaço de tempo, com poucas possibilidades de alterações não-desejáveis nas características agrônômicas. Estudos anteriores mostraram sucesso na obtenção de somaclones com diferentes graus de resistência à brusone a partir de cultivares suscetíveis de arroz (Chauhan et al., 1996).

No Brasil, foram desenvolvidos somaclones da cultivar de arroz Araguaia com resistência vertical e parcial à brusone, e da cultivar Bluebelle com resistência vertical, que podem ser utilizados como novas fontes de resistência nos programas de melhoramento genético (Araújo et al., 2000, 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 a resistência à brusone nas progênies geradas de cultivares altamente suscetíveis e resistentes, como Maratelli e Ramtulasi, respectivamente (Araújo et al., 1998). Nos estudos iniciais com a raça IB-1 de *P. grisea*, as plantas da população R₂ segregaram para resistência e suscetibilidade em condições controladas de casa de vegetação. No campo, a nota média visual de brusone nas folhas da população R₂ foi menor do que na cultivar Basmati-370, original (Araújo et al., 1998). Em alguns casos, as características desejáveis não demonstram estabilidade nas gerações subsequentes, necessitando de estudos da variação somaclonal nas gerações avançadas (Marshall & Courduries, 1992).

O presente trabalho objetivou avaliar o grau de resistência à brusone e algumas características agrônômicas nas gerações avançadas de somaclones da cultivar de arroz Basmati-370.

Material e Métodos

A indução de calos e regeneração de plantas foi realizada no laboratório de cultura de tecidos da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, no período de janeiro a junho de 1993, conforme descrito por Araújo et al. (1998). Empregou-se a nomenclatura proposta por Yurkova et al. (1982). As plantas regeneradas foram referidas como geração R₁, e as gerações subsequentes, como R₂ a R_n. Os procedimentos para o desenvolvimento dos somaclones estão descritos no esquema a seguir:



As populações R₂ e R₃ foram avaliadas quanto a resistência à brusone nas folhas, no campo, em estudos anteriores (Araújo et al., 1998). A geração R₄ foi avançada na entressafra de 1995.

As gerações R₅ e R₆ foram avaliadas em dois experimentos de campo realizados em várzea úmida, em um solo Gley Húmico, nas safras 1995/1996 e 1996/1997, com 33 somaclones e a cultivar Basmati-370. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. Aplicaram-se 250 kg/ha da fórmula 4-30-16, 125 kg/ha de N (sulfato de amônio) e 20 kg/ha de Zn (sulfato de zinco) no sulco, por ocasião do plantio. Utilizou-se o espaçamento de 0,20 m e a densidade de semeadura de 100 sementes/m. Cada parcela constituiu-se de cinco linhas de 4,0 m, com área total de 4,0 m². Trinta dias antes do plantio, uma bordadura com três linhas de uma mistura de cultivares suscetíveis misturadas em proporções iguais foi semeada perpendicularmente às linhas das parcelas. Avaliou-se a brusone nas folhas, a altura da planta, o comprimento da panícula, o número de grãos por panícula, a porcentagem de grãos cheios, o peso de 100 grãos, peso de grãos de 100 panículas nas três linhas centrais, o aroma, a produtividade, e o rendimento de engenho. A brusone nas folhas foi avaliada utilizando-se uma escala visual variando de 0 a 9 graus (International Rice Research Institute, 1988), na qual os graus de 0 a 3 indicam reação de resistência, e os graus de 4 a 9, reação de

suscetibilidade. A altura foi medida em três plantas ao acaso, nas três linhas centrais. O teste do aroma foi realizado no emborrachamento, utilizando a penúltima folha. O método consistiu na imersão de 2 g de folha picada em 10 mL de solução de KOH a 1,7%, em tubos de ensaio, por dez minutos, a uma temperatura de 30°C (Sood & Siddiq, 1978). Os somaclones foram classificados como aromáticos, com base no aroma emitido no tubo. O comprimento de panícula foi baseado em uma amostra de três panículas. O número de grãos por panícula, a porcentagem de grãos cheios e o peso de 100 grãos foram baseados em uma amostra de oito panículas das três linhas centrais. A produtividade, ajustada para 13% de umidade, foi avaliada em uma área útil de 1,8 m². Foi feita análise de correlação entre cada parâmetro nas gerações R₅ e R₆. O teor de amilose, o comprimento do grão beneficiado cru e cozido, foram avaliados somente na geração R₆.

Na safra 1997/1998, foi realizado um experimento com 19 somaclones R₇, e a cultivar Basmati-370, em viveiro de brusone, na fazenda Palmital, Brazabrantes, GO. Os plantios foram feitos em canteiros (viveiro de brusone) medindo 2,0 m de largura, 20,0 m de comprimento e 0,5 m de altura. Utilizou-se o espaçamento de 0,10 m entre linhas e a densidade de semeadura de 100 sementes/m, para obter alta pressão da doença. Aplicaram-se 250 kg/ha da fórmula 4-30-16 e 125 kg/ha de N (sulfato de amônio). Cada parcela constituiu-se de três linhas de 2,0 m de largura. Uma bordadura infestante com mistura de cultivares suscetíveis foi estabelecida 30 dias antes do plantio. O delineamento experimental foi o mesmo usado na geração R₆, no campo. A severidade, expressa em porcentagem de área foliar afetada, foi determinada em três folhas superiores completamente abertas, dos dez perfilhos principais de cada planta, em três linhas centrais da parcela, 49 dias após o plantio. Utilizou-se uma escala de dez graus, de acordo com Notteghem (1981). A curva de progresso da doença foi obtida por meio de cinco observações, em intervalos de três a quatro dias. A área sob a curva de progresso (ASCP) da brusone nas folhas foi calculada para cada genótipo, de acordo com Shaner & Finney (1977). A análise de variância foi realizada com os dados de ASCP transformados para log₁₀. A taxa de aumento da brusone com o tempo, ou taxa aparente de infecção, foi calculada pelo método de regressão linear, após a transformação das proporções da brusone para [Log_e(Y)/(1-Y)], segundo Vanderplank (1963). O coeficiente de determinação foi usado para testar a significância das regressões lineares. As significâncias das taxas aparentes de infecção de cada somaclone e a da cultivar Basmati-370 foram testadas pelo teste t (Snedecor & Cochran, 1978).

Nas gerações R₈ (1998/1999) e R₉ (1999/2000), foram realizados dois experimentos em viveiro de brusone, com

nove somaclones de Basmati-370, além da cultivar Basmati-370, e das cultivares aromáticas Della e Jasmine 85, utilizadas como testemunhas suscetíveis. O delineamento experimental, a adubação e o tamanho da parcela foram os mesmos usados na geração R₇. A ASCP e a taxa aparente de infecção foram avaliadas da mesma maneira que na geração R₇.

Para estudo do grau da resistência parcial à brusone, os 30 somaclones R₇ de Basmati-370, a cultivar Basmati-370 e a cultivar CO39 (testemunha suscetível) foram infectadas com quatro isolados monospóricos de *P. grisea*, em casa de vegetação. Estes isolados incluíram dois obtidos dos somaclones e dois da cultivar Basmati-370, não regenerada. O experimento foi conduzido em bandejas de plástico medindo 30x10x15 cm e contendo 3 kg de solo adubado com 5 g de NPK (4-30-16), 1 g de sulfato de zinco e 2 g de sulfato de amônio na ocasião do plantio. Foi feita uma adubação de cobertura, 20 dias após a semeadura, com 2 g de sulfato de amônio. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, em que as parcelas principais consistiram dos isolados, e as subparcelas, dos genótipos. As parcelas foram dispostas em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições. Cada bandeja continha oito sulcos de 10 cm, divididos ao meio com 16 genótipos, totalizando 24 bandejas. Também foram plantadas em outra bandeja oito cultivares diferenciadoras internacionais, as quais foram infectadas com cada isolado para identificação dos patótipos (Atkins et al., 1967).

As plantas R₇ foram infectadas aos 22 dias de idade, com uma suspensão contendo 3x10⁵ conídios mL⁻¹, utilizando-se um pulverizador DeVillbiss N^o 15 (DeVillbiss, Health Care Division, Somerset, PA. 15501, USA), ligado a um compressor com pressão uniforme (Prabhu et al., 1992). As avaliações da brusone nas folhas foram feitas aos sete e aos nove dias após a infecção, utilizando-se a escala de Notteghem (1981). O índice de resistência (IRP) foi calculado de acordo com Zadoks (1972):

$$IRP = 1 - \frac{SD(RG)}{SD(NRG)}$$

onde: SD(RG) é a severidade de doença na planta regenerada; SD(NRG) é a severidade de doença na planta não-regenerada.

O valor de IRP da linha variou de 0 a 1. Quando IRP = 0, a planta em teste não apresenta resistência parcial como as plantas não regeneradas, e quando IRP = 1, a planta apresenta resistência completa.

Foram selecionados dois somaclones, SCBAS04 e SCBAS16, promissores em R₇, para a determinação da resistência parcial, com base na curva de probit-log dose. A dose eficiente (DE) na redução da severidade de brusone nas folhas em 50% (DE₅₀) foi determinada utilizando-se

quatro concentrações de inóculo (5×10^4 , 1×10^5 , 2×10^5 , e 4×10^5 conídios mL^{-1}) de um isolado proveniente de somaclone e os genótipos SCBAS04, SCBAS16 e Basmati-370. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, em que as parcelas principais consistiram das concentrações, e as subparcelas, de genótipos. As parcelas foram dispostas em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os procedimentos para plantio e infecção foram os mesmos do experimento anterior. Cada bandeja continha nove sulcos de 10 cm, sendo três para cada genótipo, totalizando 16 bandejas. A severidade da brusone nas folhas foi avaliada de acordo com a escala de Notteghem (1981). O método de análise de probit-log dose (Finney, 1952) foi utilizado para a determinação da DE_{50} , supondo que a resistência do genótipo em relação à concentração de esporos em log tem distribuição normal. O método consiste em estimar o valor da DE_{50} , por meio da regressão linear dos valores de probit como variável dependente, e a concentração, como independente.

Resultados e Discussão

Nas gerações R_5 e R_6 houve baixa incidência de brusone nas folhas, e não foi possível diferenciar os somaclones da cultivar Basmati-370.

A análise de variância referente às características agrônomicas, nas gerações R_5 e R_6 , não mostrou diferenças significativas. A análise de variância referente ao teor de amilose, ao comprimento do grão beneficiado cru e cozido na geração R_6 , também não foram significativos. Por outro lado, todas as correlações entre as gerações R_5 e R_6 relativas à altura da

planta, ao comprimento de panícula, ao número de grãos por panícula, à porcentagem de grãos cheios, ao peso de 100 grãos, ao peso de grãos de 100 panículas, à produtividade e ao rendimento de engenho foram positivas e significativas, o que indica a estabilidade das características, ou seja: os somaclones apresentam homozigose quanto a estas características (Tabela 1). De acordo com Marshall & Courduries (1992), as características com herança quantitativa, como: altura da planta, ciclo e peso de grãos, são mais difíceis de serem selecionadas nas gerações iniciais, porque os somaclones não atingiram a homozigose. Todos os somaclones de Basmati-370 apresentaram característica aromática nos testes realizados com a penúltima folha, destacando-se os somaclones SCBAS04 e SCBAS16, com aroma mais intenso do que a da cultivar Basmati-370. Nenhum dos somaclones R_6 diferiu estatisticamente da cultivar Basmati-370 quanto ao comprimento do grão beneficiado, cru e cozido. Na Figura 1 são mostradas algumas características do grão do somaclone SCBAS04 e da cultivar Basmati-370. O alongamento é uma característica muito importante da cultivar de arroz aromático Basmati-370. A razão do alongamento em relação ao comprimento do grão cru e cozido, no somaclone SCBAS04 e na cultivar Basmati-370 foi de 1,76 e 1,74, respectivamente.

Considerando-se a área sob curva de progresso e a taxa aparente de infecção dos 19 somaclones R_7 , dois somaclones, SCBAS04 e SCBAS16, apresentaram valores significativamente menores do que a cultivar Basmati-370 (Tabela 2).

Tabela 1. Coeficientes de correlações (r) para as características agrônomicas entre as gerações R_5 e R_6 da cultivar Basmati-370.

Parâmetro	Coeficiente de correlação (r)	Média±desvio-padrão	
		Geração R_5	Geração R_6
Altura (cm)	0,40*	107,46±5,7	109,9±5,4
Comprimento de panícula (cm)	0,35*	21,75±1,2	21,43±1,7
Número de grãos por panícula	0,38*	60,22±12,5	59,45±8,47
Porcentagem de grãos cheios (%)	0,37*	88,79±5,7	67,24±10,2
Peso de 100 grãos (g)	0,41*	2,27±0,12	2,08±0,14
Peso de grãos de 100 panículas (g)	0,40*	113,05±15,8	102,22±23,8
Rendimento de engenho (%)	0,39*	60,83±2,5	52,75±4,3
Produtividade (kg/ha)	0,39*	3.347,61±543,6	2.372,85±360,2

*Significativo a 5% de probabilidade.

Na geração R₈, os somaclones apresentaram diferenças significativas tanto em relação a ASCP quanto em relação à taxa aparente de infecção. Nove somaclones apresentaram ASCP significativamente menor do que as cultivares Basmati-370, Della e Jasmine. A taxa aparente de infecção dos somaclones SCBAS04, SCBAS16, SCBAS22 e SCBAS24 foi significativamente inferior às das cultivares Basmati-370, Della e Jasmine 85.

Na geração R₉, seis somaclones apresentaram ASCP significativamente menor do que a da cultivar

Basmati-370, e dentre eles, cinco apresentaram valores de b, também menores do que a da cultivar Basmati-370. As correlações entre somaclones das gerações R₈ e R₉ ($r = 0,69$; $P \leq 0,05$), com relação aos valores de ASCP e à taxa aparente de infecção ($r = 0,65$; $P \leq 0,05$), foram significativas. Estes resultados indicaram a estabilidade quanto ao grau de resistência da brusone nas folhas, nas duas gerações. A taxa aparente de infecção tem sido um parâmetro indicado para comparar as cultivares quanto ao grau de resistência horizontal (Vanderplank, 1963). A taxa



Figura 1. Tipo de grão com casca, sem casca e alongamento após cozimento do somaclone SCBAS04 e da cultivar Basmati-370 (SCBAS04-amilose: 24,6%; comprimento do grão cru: 0,65 cm; comprimento do grão cozido: 1,15 cm; Basmati-370: amilose: 24,3%; comprimento do grão cru: 0,62 cm; comprimento do grão cozido: 1,08 cm).

varia não somente com a resistência, mas também com o estágio de desenvolvimento da cultivar e localidade (Prabhu & Bedendo, 1991). Prabhu et al. (1996) ainda mostraram que é necessário utilizar mais que um critério para identificar genótipos caracterizados pelo lento progresso da brusone. No presente trabalho, as correlações entre ASCP e a taxa aparente de infecção foram positivas e significativas nas gerações R₇, R₈ e R₉ (R₇ e R₈ = 0,94, P<0,01; R₇ e R₉ = 0,78, P<0,01 e R₈ e R₉ = 0,98, P<0,01). Estes resultados indicam a precisão e consistência dos dados.

Os 19 somaclones foram registrados no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, como coleção de trabalho do melhorista para serem utilizados como novas fontes de aroma, e os somaclones SCBAS04 e SCBAS16 (registrados no BAG como CNAI10373 e CNAI10379, respectivamente), como fontes de resistência parcial à brusone.

A avaliação de somaclones em condições de infecção artificial em casa de vegetação foi realizada utilizando quatro isolados pertencentes ao patótipo IB-1 de *P. grisea*. Houve diferenças significativas entre os genótipos em relação ao nível de resistência parcial. Entretanto, a interação entre isolados e genótipos não foi significativa. Entre 32 genótipos, incluindo Basmati-370 (31) e a testemunha suscetível (32), somente dois somaclones (4 e 16) apresentaram índices de resistência parcial significativamente menores que os dos demais genótipos (Figura 2).

Os somaclones SCBAS04 e SCBAS16 apresentaram severidade significativamente menor do que as cultivares Basmati-370 com 5×10^4 e 1×10^5 conídios mL⁻¹ (Tabela 3). Na concentração de 2×10^5 esporos mL⁻¹, não houve diferenças significativas entre os genótipos. Com uma concentração de 4×10^5 esporos mL⁻¹, somente o SCBAS16 apresentou significativamente menor severidade do que a da cultivar Basmati-370.

Tabela 2. Área sob curva de progresso (ASCP) e taxa aparente de infecção (b) da brusone de somaclones R₇, R₈ e R₉ da cultivar de arroz Basmati-370.

Genótipo ⁽¹⁾	Geração R ₇ (1997/1998)		Geração R ₈ (1998/1999)		Geração R ₉ (1999/2000)	
	ASCP ⁽²⁾	b ⁽³⁾	ASCP ⁽²⁾	b ⁽³⁾	ASCP ⁽²⁾	b ⁽³⁾
SCBAS20 (CNAI10383)	236,24a	1,60	-	-	-	-
SCBAS24 (CNAI10386)	233,01a	1,77	66,80g	0,06*	90,84bc	0,92
SCBAS22 (CNAI10385)	224,18a	1,94	90,45f	0,03*	64,39bcd	0,58
SCBAS21 (CNAI10384)	206,52a	1,28	129,88d	0,35	47,06cdef	0,32*
SCBAS18 (CNAI10381)	201,64a	1,43	-	-	-	-
SCBAS06 (CNAI10374)	199,85a	1,17	65,43g	0,09	32,14def	0,27*
SCBAS15 (CNAI10378)	197,76a	1,81	-	-	-	-
SCBAS26 (CNAI10387)	193,43a	1,35	-	-	-	-
SCBAS03 (CNAI10372)	193,17a	0,80	-	-	-	-
SCBAS07 (CNAI10375)	191,75a	1,37	65,9g	0,21	44,21cdef	0,37*
SCBAS32 (CNAI10389)	188,51a	1,65	-	-	-	-
SCBAS19 (CNAI10382)	187,82a	1,34	-	-	-	-
SCBAS01 (CNAI10371)	182,25a	1,09	-	-	-	-
SCBAS12 (CNAI10377)	174,73a	1,13	-	-	-	-
SCBAS17 (CNAI10380)	168,75a	1,11	67,31g	0,16	44,47cdef	0,39
SCBAS10 (CNAI10376)	163,64a	1,00	-	-	-	-
SCBAS30 (CNAI10388)	149,64a	1,17	108,53e	0,17	51,82bcde	0,53
Basmati-370 ⁽⁴⁾	144,75a	0,79	147,25c	0,78	126,54b	1,26
SCBAS04 (CNAI10373)	50,60b	0,28*	32,35h	0,05*	21,46ef	0,13*
SCBAS16 (CNAI10379)	48,70b	0,24*	31,48h	0,05*	18,70f	0,11*
Della	-	-	1.204,40a	6,5*	722,90a	9,78*
Jasmine 85	-	-	469,36b	6,28*	576,62a	7,75*

⁽¹⁾Genótipos com a sigla SCBAS são somaclones de Basmati-370; os números entre parênteses referem-se ao registro no banco ativo de germoplasma.

⁽²⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽³⁾Médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da cultivar Basmati-370 pelo teste t a 5% de probabilidade. ⁽⁴⁾Testemunha suscetível, não regenerada.

Os valores da dose eficiente (DE_{50}) para SCBAS04, SCBAS16 e Basmati-370 foram $2,75 \times 10^5$, $2,8 \times 10^5$ e $1,75 \times 10^5$ esporos mL^{-1} , respectivamente, indicando, assim, resistência parcial dos somaclones SCBAS04 e SCBAS16, em relação à cultivar Basmati-370 (Figura 3). Os componentes associados ao alto grau de resistência parcial incluem a resistência à infecção, à extensão da lesão e à esporulação. A eficiência da infecção por *P. grisea* tem sido relatada como um componente importante em cultivares de arroz (Yeh & Bonman, 1986). Além da análise de variância, que mostrou severidades significativamente menores dos somaclones do que a cultivar Basmati-370 em infec-

ções com diferentes concentrações de conídios, a dose eficiente (DE_{50}), estimada pela curva de probit-log dosagem mostrou baixa eficiência da infecção dos somaclones, o que indica alto grau de resistência parcial destes.

Nos resultados das avaliações de brusone nas folhas no campo, no viveiro de brusone e em casa de vegetação, destacaram-se dois somaclones, SCBAS04 (CNAI10373) e SCBAS16 (CNAI10379), da cultivar Basmati-370, portadores de bom nível de resistência parcial, além de possuir aroma e outras características agrônomicas desejáveis. Esses genótipos podem ser utilizados como cultivares

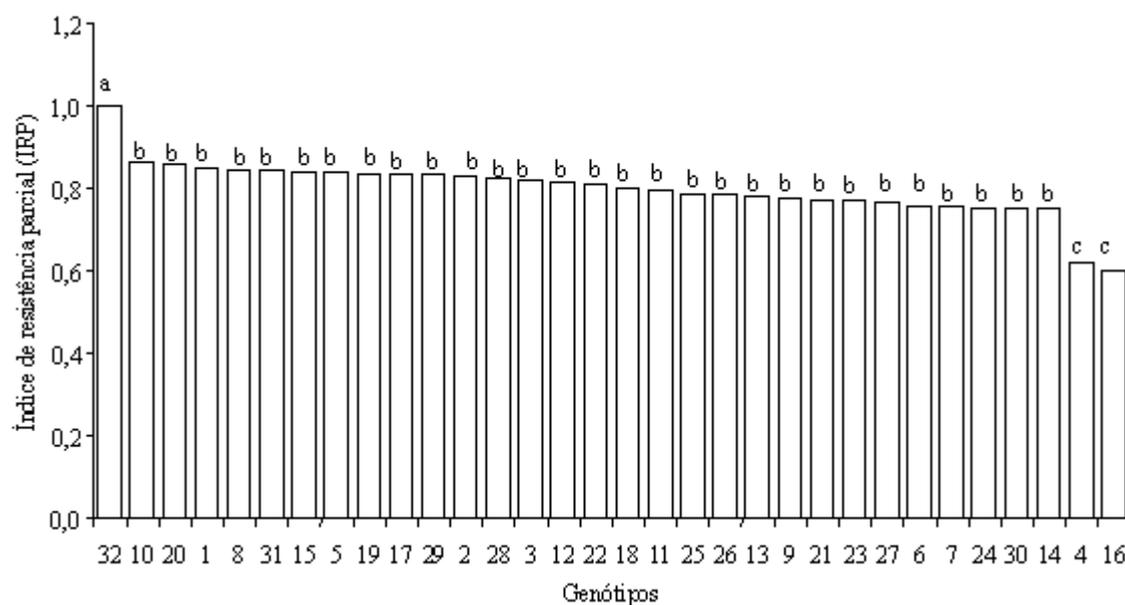


Figura 2. Índice médio de resistência parcial (IRP) de 30 somaclones R_7 de Basmati-370 infectadas por quatro isolados pertencentes ao patótipo IB-1 de *Pyricularia grisea* em casa de vegetação (31 = Basmati-370, não regenerado; 32 = CO39, testemunha suscetível; 1 a 30 = somaclones de Basmati-370). Barras com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Severidade de brusone nas folhas para o patótipo IB-1 de *Pyricularia grisea* em quatro concentrações de esporos em dois somaclones, R_7 de Basmati-370 e Basmati-370⁽¹⁾.

Genótipos	Concentração de inóculo (esporos mL^{-1})			
	5×10^4	1×10^5	2×10^5	4×10^5
Basmati-370	24,9a	32,48a	50,89a	70,03a
SCBAS04 (CNAI10373)	15,58b	20,60b	47,16a	61,66ab
SCBAS16 (CNAI10379)	14,11b	18,88b	44,10a	60,36b

⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

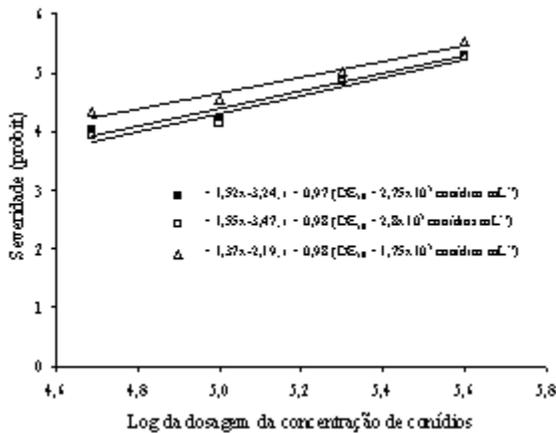


Figura 3. Efeito da concentração de conídios sobre a severidade de brusone nas folhas em dois somaclones de Basmati-370 (SCBAS04 (■) e SCBAS16 (□)) e na cultivar Basmati-370 (▲), em condições de inoculação artificial do patótipo virulento IB-1 de *Pyricularia grisea*. As severidades em porcentagem foram transformadas em probit, e o número de conídios por mL (5×10^4 , 1×10^5 , 2×10^5 e 4×10^5) foram transformados para log da dose, para determinação da dose eficiente (DE₅₀).

aromáticas visando não só ao mercado interno, ainda restrito no País, mas também com vistas à exportação. Entretanto, são necessários, ainda, estudos na área de fitotecnia, incluindo práticas culturais, para explorar o potencial máximo de produtividade.

Conclusões

1. Dois somaclones da cultivar de arroz aromático Basmati-370 apresentam resistência parcial à brusone nas folhas, sem alterações da qualidade dos grãos.
2. Os somaclones resistentes mostram aroma mais intenso do que a cultivar Basmati-370.
3. Variabilidade em uma característica poligênica, como a resistência parcial à brusone, pode ser obtida em curto espaço de tempo por meio da cultura de calos *in vitro*.

Agradecimentos

Ao Sr. Pedro Maurício Machado, pela assistência na realização dos experimentos de campo; ao CNPq, pelo financiamento deste estudo.

Referências

- ARAÚJO, L. G. de; PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; OLIVEIRA, W. F. Variantes somaclonais da cultivar de arroz Bluebelle resistentes à brusone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 801-808, maio 2001.
- 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. 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.
- ATKINS, J. C.; ROBERT, A. L.; ADAIR, C. R.; GOTO, K.; KANOGITA, R.; YAMADA, M.; MATSUMOTO, S. An international set of rice varieties for differentiating races of *Pyricularia oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 57, n. 3, p. 297-301, Mar. 1967.
- CHAUHAN, R. S.; SINGH, B. M.; CHAHOTA, R. K.; DEVELASH, R. K. Generation of indica rice regenerants for resistance to leaf and neck blast. **Rice Biotechnology Quarterly**, Rock Hill, v. 26, p. 28-29, 1996.
- FINNEY, D. J. **Probit analysis**. London: Cambridge University Press, 1952. 318 p.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Standard evaluation system for rice**. 3. ed. Los Baños, 1988. 54 p.
- MARSHALL, G.; COURDURIES, P. An assessment of somaclonal variation in linseed (*Linum usitatissimum*). **Annals of Applied Biology**, London, v. 120, p. 501-509, 1992.
- MUBARIK, A.; FLINN, J. C. Profit efficiency among Basmati rice producers in Pakistan Punjab. **American Journal of Agricultural Economics**, Baton Rouge, v. 71, n. 2, p. 303-310, 1989.
- NOTTEGHEM, J. L. Cooperative experiment on horizontal resistance to rice blast. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Blast and upland rice: report and recommendations from the meeting for international collaboration in upland rice improvement**. Los Baños, 1981. p. 43-51.
- PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P. Avaliação de resistência horizontal à brusone em cultivares de arroz.

- Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 34-39, mar. 1991.
- PRABHU, A. S.; BEBENDO, I. P.; FARIA, J. C.; SOUZA, D. M.; SOAVE, J.; AMARAL, J. R. M. Fontes de resistência vertical a *Pyricularia oryzae* em arroz. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 8, n. 1/2, p. 78-90, 1982.
- PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; CASTRO, N. Pathogenic variation among isolates of *Pyricularia oryzae* affecting rice, wheat and grasses in Brazil. **Tropical Pest Management**, London, v. 38, n. 4, p. 367-371, 1992.
- PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Genetic control of blast in relation to nitrogen fertilization in upland rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 339-347, maio 1996.
- SAKILA, M.; IBRAHIM, S. M.; KALAMANI, A. *In vitro* mutagenesis in scented rice cultivars. **Rice Biotechnology Quarterly**, Rock Hill, v. 38, p. 30, 1999.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, Aug. 1977.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 6. ed. Ames: Iowa State University, 1978. 592 p.
- 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.
- VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic, 1963. 349 p.
- 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.
- YEH, W. H.; BONMAN, J. E. Assessment of partial resistance to *Pyricularia oryzae* in six rice cultivars. **Plant Pathology**, London, v. 35, n. 3, p. 319-323, Sept. 1986.
- 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.
- ZADOKS, J. C. Reflections on disease resistance in annual crops. In: BINGHAM, R. T.; HOFF, R. J.; McDONALD, G. I. **Biology of rust resistance in forest trees**. Washington: Usda, 1972. p. 43-63.