

a 10% rate of tricyclazole plus Si was required for economic levels of disease control. Applications of Si made the year before had significant residual activity in terms of disease control and yield the following year.

Silicon has great potential for managing rice diseases

especially when the soil is deficient in this element. Silicon can enhance host plant resistance and increase yield potential in rice. It also can help in the management of crop production inputs such as fungicides. Thus, Si amendments should be considered in many IPM programs for rice production.

MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DA CULTURA DO ARROZ NAS CONDIÇÕES BRASILEIRAS. Anne Sitaranne Prabhu (Embrapa Arroz e Feijão, Cx. Postal 179, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, e-mail: prabhu@cnpaf.embrapa.br) *Integrated management of rice diseases in Brazil*

Entre os fatores limitantes da produtividade do arroz, a incidência da brusone ocupa o primeiro lugar, seguida pela mancha de grãos e a escaldadura. O sucesso do manejo depende da disponibilidade de técnica ou técnicas mais adequadas para cada um dos sistemas de cultivo como o plantio de arroz em pequenas propriedades, sistema mecanizado e empresarial, plantio direto e convencional; arroz de terras altas sob o sistema de pivô central, plantio de arroz em rotações com soja e arroz para renovação de pasto degradado e arroz para abertura de cerrado ou arroz em várzeas tropicais e subtropicais.

Os três aspectos da sustentabilidade do manejo integrado de doenças, como redução de danos ambientais com a racionalização do uso de produtos químicos, custo benefício das medidas de controle das doenças juntamente com o aumento na produtividade e na qualidade do produto, deve receber o mesmo nível de importância na pesquisa.

Com a intensificação do cultivo com a aplicação de elevadas quantidades de fertilizantes em arroz irrigado, nas condições tropicais do Estado do Tocantins, a brusone voltou a ser principal entrave na viabilização do sistema requerendo um novo enfoque no manejo da doença. Na última década houve um grande avanço no aumento de qualidade de grãos de arroz de terras altas, mas no processo seletivo do melhoramento genético, a resistência à brusone ficou como segunda prioridade e em consequência, a maioria das cultivares melhoradas para a qualidade superior de grãos são suscetíveis à brusone.

O melhoramento genético visando resistência é o principal componente no manejo integrado da brusone, além de ser a medida de controle mais econômica. Muitas informações têm sido agregadas ao longo dos anos, no Brasil e em outros países, quanto à variabilidade do patógeno, natureza da resistência, estratégias e métodos mais adequados para avaliação e seleção de linhagens visando resistência à brusone e indução de variabilidade genética nas cultivares bem adaptadas para condições locais utilizando a cultura de tecido como ferramenta.

Os conhecimentos quanto ao padrão de virulência dos isolados são básicos no manejo da brusone em arroz. A coleção e teste com isolados de *Pyricularia grisea* são pré-requisitos para a determinação da resistência do hospedeiro e da diversidade da virulência do patógeno. Qualquer mudança na frequência da virulência pode alterar a efetividade da resistência da cultivar. A tendência de adaptação é universal nos organismos vivos, e os patógenos como *P. grisea* adquirem amplo espectro de virulência que se adapta ao hospedeiro com o conseqüente aumento na frequência através da seleção direcionada em favor da virulência. Alterações na frequência de raças ocorre devido a introdução

e mudanças das cultivares mais plantadas. A maioria dos variantes do patógeno já estão presentes em pequenas proporções na população do patógeno e, tornam-se mais frequentes e largamente distribuídos devido a forte pressão de seleção em seu favor. A epidemia da brusone devido a introdução de cultivares como Epagri 108 e Epagri 109 no Estado do Tocantins e de Santa Catarina foi atribuído ao surgimento de novo patótipo ou a sua preexistência em baixa frequência e ao rápido aumento no campo.

Marcadores moleculares vem sendo utilizados para a caracterização genética da população de *P. grisea*. Diversos isolados podem ser agrupados em linhagens geneticamente distintas com característica específica de virulência. A estreita relação estabelecida inicialmente entre linhagem e patótipos embora tenha sido originalmente estabelecida (Levy *et al.*, 1991), não foi comprovada em estudos posteriores (Zeigler *et al.*, 1995). A relação entre a virulência dos isolados e o agrupamento, baseado na análise com Pot2-PCR de isolados de *P. grisea* coletados nas lavouras de Metica-1, não é clara. Entretanto, os trabalhos para estudar a diversidade genética e os patótipos de *P. grisea*, em extensas lavouras de arroz das cultivares mais plantadas, são importantes para a incorporação de genes de resistência nas cultivares comerciais suscetíveis contra os patótipos mais predominantes, através de métodos convencionais de seleção ou assistida por marcadores moleculares

A caracterização genética do patógeno utilizando marcadores moleculares, embora não contribua diretamente como um dos principais componentes no manejo da brusone, fornece subsídios para o desenvolvimento de cultivares com maior durabilidade da resistência e prevê o comportamento das cultivares antes do lançamento em diferentes regiões geográficas no País. Marcadores podem ainda ser usados para estudar o mecanismo de variabilidade genética nos isolados do patógeno (Moraes *et al.*, 2000) e a história evolucionária da população. A identificação da combinação de genes de resistência efetiva contra as linhagens genéticas do patógeno é mais desejável do que patótipos específicos (Correa-Victoria *et al.*, 1994).

A base genética tanto de cultivares de terras altas como de irrigado é estreita, necessitando a diversificação de genes de resistência. Uma das alternativas para indução de variabilidade genética nas cultivares bem adaptadas às condições brasileiras é a utilização de cultura de tecidos como ferramenta. Diversos investigações tiveram sucesso na obtenção de somaclones de arroz altamente resistentes à brusone, a partir da cultivar suscetível através de calos obtidos de panículas imaturas (Araújo & Prabhu, 2002).

As estratégias atualmente adotadas para o manejo de genes resistentes podem ser melhoradas através da

reintrodução de diversidade genética nas cultivares. Epidemias ocorrem em monocultura com uma única cultivar plantada em larga escala. A experiência tem demonstrado que a durabilidade da resistência das cultivares lançadas de maneira seqüencial foi efetiva somente por um ou dois anos. A diversificação de cultivares entre e dentro de fazendas com lançamento simultâneo de cinco ou seis cultivares ou linhagens quase isogênicas com genes diferentes, diminuirá o impacto sobre o população do patógeno com a conseqüente redução da severidade média de doença das cultivares plantadas..

A piramidação de genes de resistência à brusone, usando marcador molecular é uma das estratégias mais viáveis para aumentar a durabilidade da resistência. (Hittalmani *et al.*, 2000). A resistência quantitativa acumulada em cultivares com genes de resistência maiores pode ser explorada, principalmente para arroz irrigado.

Algumas práticas agrônômicas podem diminuir os danos para níveis toleráveis com pouco ou nenhum custo adicional. Por outro lado, as mudanças nas práticas de cultivo e condições climáticas podem causar epidemias de outras doenças de menor importância (Prabhu & Bedendo, 1988). Considerando o manejo como um sistema holístico, em que uma determinada medida de controle complementa a outra, o enfoque da pesquisa deve ser a compatibilização do controle genético com práticas agrônômicas. Uma série de práticas culturais desde o preparo do solo até a colheita são recomendadas para o manejo da brusone. Nem sempre uma combinação complexa é necessária. No arroz de terras altas, o plantio antecipado, com o início das chuvas atrasa a epidemia e controla significativamente a brusone nas folhas. Em arroz irrigado, o aplainamento e/ou sistematização do solo para facilitar a manutenção de lâmina de água uniforme durante todo o ciclo da cultura reduz a incidência da brusone.

A brusone nas panículas é responsável pelos maiores prejuízos na produtividade. Não existe um método seguro para previsão da brusone nas panículas que depende condições climáticas específicas e do estado nutricional da planta. As doses elevadas de nitrogênio favorecem tanto a brusone nas folhas quanto nas panículas (Faria *et al.*, 1982). A época de aplicação de cobertura do nitrogênio e potássio tem grande influência sobre a brusone nas panículas. A nutrição balanceada diminui a brusone nas folhas e panículas e tem grande importância no manejo da doença.

A incidência e a severidade da brusone nas folhas e panículas são menores no plantio direto sobre a palha do milho. O emprego de uma cultivar moderadamente resistente como Carajás e o controle preventivo da brusone nas panículas são os principais componentes a serem incluídos no manejo integrado da brusone em arroz de terras altas (Silva *et al.*, 2003).

O uso de herbicidas vem aumentando de maneira exponencial em todos os ecossistemas de arroz. Alguns herbicidas aumentam o grau de suscetibilidade das cultivares às doenças e outros diminuem a incidência, requerendo estudos quanto a interação entre herbicidas e as principais doenças como a brusone.

O papel do silício no aumento da resistência do arroz à brusone em arroz tem sido demonstrado. A aplicação de Si aumenta a eficiência do tratamento das sementes com fungicida no controle da brusone nas folhas (Berni & Prabhu 2003). As pesquisas mais detalhadas tornam-se importantes

nos solos de cerrado, considerando a falta de informação sobre as fontes brasileiras de silício e o mecanismo de defesa da planta contra o patógeno.

A integração de cultivares com moderado grau de resistência e o tratamento de sementes com fungicidas aumenta a eficiência de controle da brusone. O efeito de tratamento de sementes é mais evidenciado nas cultivares moderadamente resistentes à brusone do que nas cultivares suscetíveis quanto ao aumento na produtividade (Filippi & Prabhu, 1997). A aplicação foliar para o controle da brusone nas folhas não é viável porque a planta adquire resistência com o aumento da idade. Embora o tratamento de sementes seja um componente recomendado no manejo da brusone, uma ou duas aplicações com fungicidas são necessários para controle da brusone nas panículas. O tratamento químico que garante aumento na produtividade e na qualidade de grãos, em diferentes ambientes, pode ser considerado manejo sustentável. Um outro aspecto relevante para o manejo da brusone é a produtividade máxima econômica através da racionalização do uso de insumos e a soca em arroz irrigado.

O conceito de manejo integrado da brusone é simples, mas sua implementação é limitada devido a falta de estudos sócio econômicos para diagnosticar os problemas no uso da tecnologia em diferentes ecossistemas, ensaios nos pólos de produção com participação de produtores e organização adequada. Contudo a produtividade média de arroz de terras altas no Brasil aumentou de 1.300 kg.ha⁻¹ a 1.700 kg ha⁻¹ e o do arroz irrigado de 4.600 kg ha⁻¹ a 5.500 kg ha⁻¹, na última década. Houve progresso considerável nos sistemas convencionais com referência ao aumento de produtividade e qualidade do arroz, porém as informações e viabilidade econômica do manejo nos sistemas emergentes são limitados. Em conclusão, considerando a história evolutiva e alta variabilidade do patógeno *P. grisea*, os conhecimentos gerados ao longo dos anos e disponíveis devem ser aplicados de modo integrado de acordo com cada sistema produtivo de arroz de maneira racional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, L.G. & PRABHU, A.S. Indução de variabilidade na cultivar de arroz Metica-1-1 para resistência a *Pyricularia grisea*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37:1689-1695. 2002.
- BERNI, R.F. & PRABHU, A. S. Eficiência relativa de fontes de silício no controle de brusone nas folhas em arroz. Pesquisa Agropecuária Brasileira 38:195-20. 2003.
- CORREA-VICTORIA, F.J., ZEIGLER, R.S. & LEVY, M. Virulence characteristics of genetic families of *Pyricularia grisea* in Colombia. In: Zeigler, R. S., Leong, S.A. & Teng, P.S. (Eds.): Rice blast disease. Wallingford. CAB International. 1994. pp.211-230.
- FILIPPI, M.C. & PRABHU, A.S. Integrated effect of host plant resistance and fungicidal seed treatment on rice blast control in Brazil. Plant Disease 81:351-355.1997.
- HITTALMANI, S., PARCO, A., MEW, T.V., ZEIGLER, R.S. & HUANG, N. Fine mapping and DNA marker-assisted pyramiding of the three major genes for blast resistance in rice. Theoretical and Applied Genetics 100:1121-1128. 2000.
- LEVY, M., ROMÃO, J., MARCHETTI, M.A. & HAMER, J.E. DNA fingerprinting with a dispersed repeated sequence resolves pathotype diversity in the rice blast fungus. Plant Cell 3:95-102. 1991.
- MORAIS, M.G., CORREA, A.S. & SCHEUERMANN, K.K. Alterações genéticas e da virulência de isolados de *Magnaporthe grisea*

provenientes de Santa Catarina que apresentam compatibilidade vegetativa. *Fitopatologia Brasileira* 27:138-139.2002.

PRABHU, A.S. & BEDENDO, I.P. Glume blight of rice in Brazil: etiology, varietal reaction and loss estimates. *Tropical Pest Management* 34:85-88.1988.

SILVA, G.B., PRABHU, A.S. & ZIMMERMANN, F.J.P. Manejo

integrado da brusone em arroz no plantio direto e convencional. *Pesquisa. Agropecuária Brasileira* 38: 481-487. 2003.

ZEIGLER, R.S., CUOC, L.X., SCOTT, R.P., BERNARDO, M.A., CHEN, D.H., VALENT, B. & NELSON, R.J. The relationship between lineage and virulence in *Pyricularia grisea* in the Philippines. *Phytopathology* 85:443-451. 1995.

MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS NA CAFEICULTURA INTEGRATED MANAGEMENT OF COFFEE DISEASE

Coordenador: Dr. Antônio Alves Pereira (EPAMIG, Viçosa, MG)

USO DA RESISTÊNCIA GENÉTICA NO MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DO CAFEIEIRO. Antonio Alves Pereira (Engenheiro Agrônomo, DS, Pesquisador da EPAMIG/CTZM, Viçosa, MG, e-mail: pereira@epamig.ufv.br)
The use of genetic resistance in integrated management of coffee diseases

1 - Introdução

A resistência genética aos agentes causais das doenças das plantas cultivadas, atualmente, tem sido um dos principais objetivos na maioria dos programas de melhoramento das culturas de importância econômica. As cultivares portadoras de resistência genética às doenças representam uma das grandes contribuições do melhoramento para o desenvolvimento de muitas culturas.

No Brasil, as principais doenças do cafeeiro são: a Ferrugem Alaranjada, a Mancha de-olho-pardo, a Mancha de Phoma, a Mancha Ascochita, a Rhizoctoniose, a Mancha Aureolada, a Mancha Anelar, o Amarelinho, a Fusariose e o Nematóide das Galhas.

Em vários países africanos, o cafeeiro é intensamente atacado pela Antracnose dos Frutos Verdes, também conhecida por "Coffe Berry Disease" – CBD. Esta doença constitui um fator limitante para a produção de café arábica naqueles países. (Várzea *et al.*, 2002a).

O trabalho de melhoramento genético visando à obtenção de cultivares resistentes às doenças é dependente da existência e disponibilidade das fontes de resistência a seus agentes causais. No caso do cafeeiro, há fontes de resistência para a Ferrugem Alaranjada (*Hemileia vastatrix*), para a Antracnose dos Frutos (*Colletotrichum Kahawae*) e para a Mancha Aureolada (*Pseudomonas synrigae* pv. *garcae*). Para Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), para a Murcha de Fusarium e para a Doença de Fusarium do Córtex apenas são relatados a ocorrência de grande variabilidade em resistência entre os cafeeiros das cultivares de *Coffea arabica* (Moraes *et al.*, 1976; Cardoso e Serra, 1984; Walyoro, 1997; Pieters e Van der Graaf, 1980; Milchell, 1988).

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro no Brasil, somente têm desenvolvido trabalhos para a obtenção das cultivares portadoras de resistência a Ferrugem alaranjada e ao Nematóide das galhas. Neste trabalho só será discutida a resistência à ferrugem, para a qual já se dispõe de várias cultivares resistentes sendo exploradas comercialmente.

2 - Ferrugem Alaranjada do Cafeeiro

A Ferrugem Alaranjada causada por *Hemileia vastatrix* Berk et. Br, é a principal doença do cafeeiro. Ela foi constatada no Brasil em janeiro de 1970 e logo se disseminou para todas as regiões cafeeiras do país. Atualmente, é encontrada em

todas as regiões produtoras de café do mundo. Os principais danos causados pela ferrugem são ocasionados pela queda precoce das folhas e seca dos ramos produtivos, que por consequência não produzem no ano seguinte. Essa seca constante dos ramos reduz a longevidade dos cafeeiros, tornando-os gradativamente anti-econômicos. A queda na produção ocasionada pela doença, entretanto varia de região para região e até mesmo de uma lavoura para outra. Há sempre uma correlação negativa entre a intensidade de ataque da ferrugem num ano e a produção do ano seguinte. No Brasil, onde as condições climáticas são favoráveis à doença e quase a totalidade do parque cafeeiro é constituída de cultivares susceptíveis, os prejuízos acarretados pela ferrugem atingem em média, cerca de 20 a 30% da produção, podendo ultrapassar a 50% se nenhuma medida de controle for adotada.

Embora o controle da doença mais generalizado em todo mundo seja realizado por meio de fungicidas, o uso das cultivares portadoras de resistência à ferrugem seria a maneira mais fácil e eficiente de evitar os prejuízos causados pela doença. Há muito se procura criar novas cultivares portadoras de genes de resistência a *Hemileia vastatrix* para serem cultivadas, dispensando total ou parcialmente a aplicação de fungicidas e que possam substituir as cultivares tradicionais de arábica susceptíveis, que requerem um controle sistemático da doença. No entanto, isso tem sido dificultado pelo contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas do patógeno, que tem ocasionado a "quebra" da resistência das cultivares melhoradas (Várzea *et al.*, 2002)

2.1 - Variabilidade de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br.

A primeira constatação de ocorrência de especialização fisiológica do fungo *Hemileia vastatrix* foi feita por Mayne (1935, 1936), em Mysore, na Índia. Aquele autor constatou que o fungo apresentava diferentes raças fisiológicas e verificou que uma raça era capaz de atacar a variedade Coorg, mas não a Kent's, enquanto que outra atacava indistintamente as duas variedades. Naquela ocasião, o mesmo admitiu a existência de dois genes responsáveis pela resistência a *H. vastatrix* nas seleções locais de arábica. Posteriormente utilizando quatro diferenciadores, Mayne caracterizou quatro raças fisiológicas, designadas de 1, 2, 3 e 4. Posteriormente uma quinta raça foi identificada. Além dessas raças existem, na Índia, as raças XXIII, XXIV e outras