

IMPACTO DO USO DE CULTIVARES RESISTENTES NO MANEJO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DE ARROZ¹

Anne Sitarama Prabhu² e Marta Cristina Filippi³

INTRODUÇÃO

O manejo de doenças requer integração de conhecimentos sobre os procedimentos e princípios que foram adotados de maneira isolada, para diferentes enfermidades de arroz. A combinação de métodos químicos e não químicos pode ser considerada simples, em que uma medida complementa outra. O principal objetivo do manejo integrado inclui aumento de quantidade e qualidade do produto através da redução de população de patógenos a níveis toleráveis. Também os métodos utilizados devem causar danos mínimos ao ambiente e à saúde humana. O sucesso do manejo depende da seleção de tecnologias apropriadas para diferentes ecossistemas. Essa seleção deve ser baseada em conhecimentos sobre potencial de patógeno na indução de danos, característica epidemiológica da doença, na eficiência do controle, práticas agrônômicas e aspectos socioeconômicos da cultura.

A brusone causada por *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. é uma das principais doenças, tanto em arroz de terras altas, como arroz irrigado. As manchas-de-grãos causadas por diferentes fungos como *Dreschlera oryzae*, *Phoma sorghina*, *Alternaria padwickii*, *Microdochium oryzae*, *Sarocladium oryzae*, *Pyricularia grisea* e outros ocupa o segundo lugar e a escaldadura-nas-folhas, causada por *Microdochium oryzae*, ocupa o terceiro lugar em ambos os ecossistemas.

Quanto à importância econômica, a brusone causa danos significativos na produtividade em arroz de terras altas (Fratinni & Soave, 1972; Prabhu et al 1986, 1989). Em arroz irrigado, no Rio Grande de Sul, a brusone causa maiores danos atingindo de 5 a 10% de área semeada (Ribeiro, 1988) e em Santa Catarina, 2% (Miura et al, 1989). Contudo, dentro dessa área atacada, os danos em produtividade podem variar entre 60 e 80% em lavouras isoladas na Depressão Central, no litoral Norte de Rio Grande de Sul e em Santa Catarina (Ribeiro, A .S., 1997. Comunicação pessoal). No Estado do Tocantins os prejuízos são maiores devido à monocultura de cultivar altamente suscetível à brusone. As manchas-de-grãos assumem importância econômica no Estado de Mato Grosso (Souza et al., 1993) e podem causar perdas no peso de grãos e número de grão cheios por panícula, dependendo do grau de suscetibilidade de cultivar (Prabhu et al., 1980; Soave et al., 1984). As manchas-de-grãos, além de afetar a germinação e vigor da plântula, causam gessamento e quebra significativa no rendimento de engenho (Prabhu & Bedendo, 1988; Prabhu &

¹ Palestra proferida na mesa Redonda III, durante a VI Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, realizada em Goiânia, Go, no período de 9 a 13 de Março de 1998.

² Pesquisador, Ph.D. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, Go.

³ Pesquisador, Ms. Embrapa Arroz e Feijão.

Vieira, 1989). Embora não existam estimativas quantitativas de perdas na produtividade, nas lavouras afetadas pela escaldadura paralisa-se o crescimento e o desenvolvimento da planta e ocorre o inóculo que causa manchas-nos-grãos.

As mudanças nas práticas agronômicas podem agravar algumas doenças e diminuir outras. Em geral, os fatores que influenciam altas severidades de brusone em arroz de terras altas consistem em elevada densidade de plantas, homogeneidade genética de cultivar, preparo de solo e cultivo extensivo e mecanizado. A relação entre severidade de mancha parda nas folhas e mancha – de – grãos em diferentes cultivares é positiva e linear indicando que *D. oryzae* é um dos patógenos importantes na etiologia de mancha – de – grãos (Prabhu et al., 1996). Entre os fungos associados com grãos no campo em lavouras de arroz de terras altas, *P.sorghina* ocupa o primeiro lugar no Estado de Mato Grosso (Sovae et al, 1984). As lavouras de terras altas, ao coincidir a emissão de panículas com chuvas contínuas, apresentam elevada incidência de *Phoma sorghina* (Prabhu & Bedendo, 1988). Em arroz irrigado, agricultura intensiva, pressão de seleção de patógeno, manejo inadequado de água e cultivares modernas com resistência vertical, assim como alta umidade, temperaturas e chuvas contínuas durante a formação de grãos contribuem para altas severidades de manchas de grãos. O plantio de arroz em rotação com soja, a intensificação do cultivo de arroz com irrigação suplementar utilizando pivô central em arroz de terras altas provocam altas severidades de escaldadura. No Tocantins, a doença é endêmica, necessitando medidas de controle químico.

As informações disponíveis quanto ao impacto de cultivares resistentes a outras doenças do arroz no manejo de fungicidas são limitadas. Esforços serão feitos para abordar os resultados de pesquisa do campo realizados na Embrapa Arroz e Feijão com relação à integração de resistência varietal à brusone e controle químico que servem para traçar novas linhas de pesquisa em um futuro próximo.

RESISTÊNCIA GENÉTICA

O melhoramento genético visando à resistência de cultivar é uma medida mais econômica de controle das doenças. A manipulação de genes do hospedeiro e, indiretamente, de patógeno foi a principal linha de pesquisa nas áreas de melhoramento e fitopatologia, visando principalmente a brusone. Uma série de cultivares de arroz foram desenvolvidas para cultivo do arroz de terras altas e irrigado no Brasil, utilizando doadores com amplo espectro de resistência, a *P. grisea*. As cultivares melhoradas de arroz de terras altas apresentam severidades variáveis nas condições de campo (Figura 1). As cultivares Rio Paraíba, Primavera, Capaí e Guarani, em ordem decrescente, apresentam alta grau de suscetibilidade, comparado com Canastra, Maravilha, Confiança. As severidades de brusone são relativamente menores nas cultivares L141, Araguaia e Carajás, em Goiânia. Entretanto, a ordem está sujeita a diferentes ambientes e locais de cultivo no Centro-Oeste.

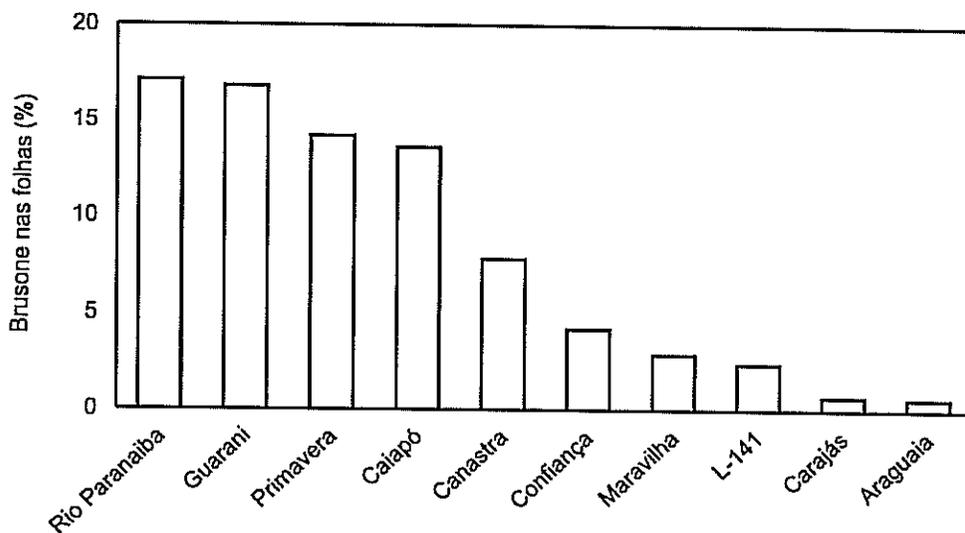


Fig. 1. Severidade de brusone nas folhas, nas cultivares melhoradas de arroz de terras altas. (Fazenda Capivara, Goiânia, 1998).

Os experimentos de campo para determinar resistência relativa de 12 cultivares de terras altas à brusone nas folhas e panículas mostraram que a produtividade variou entre 377 e 2741kg/ha, dependendo do grau de resistência (Prabhu et al., 1995). A reação da brusone das cultivares de arroz irrigado plantadas nos Estados do Rio Grande de Sul, Santa Catarina e Tocantins é apresentada na Tabela 1. As notas médias da brusone nas folhas, das cultivares, nos viveiros de brusone em três locais de teste, mostraram alta suscetibilidade de todas as cultivares melhoradas, com exceção de BR/IRGA 417, no Estado de Rio Grande do Sul. Por outro lado, a reação de brusone nas panículas em condições de campo variou entre resistente e suscetível possivelmente devido à baixa pressão da doença. As cultivares de Santa Catarina, como CICA -8 e EPAGRI 106, apresentaram notas médias relativamente baixas no VNB e resistência moderada no campo. A cultivar Metica-1, mais plantada no Estado do Tocantins, mostrou reação suscetível no viveiro e intermediária no campo. Portanto, nas lavouras extensivas de arroz irrigado no Estado do Tocantins, Metica-1 é altamente suscetível à brusone nas folhas. As cultivares melhoradas, como Rio Formoso e Javaé, apresentam reação resistente no VNB e no campo.

Tabela 1. Reação de brusone nas folhas e panículas nas cultivares melhoradas de arroz irrigado.

Cultivar	Brusone nas folhas - VNB ¹				Nota média ²	Brusone nas panículas no campo ³ CPACT/EMPASC/ Rio Formoso
	Palmital CNPAF	Cachoei- rinha IRGA	Capão de Leão CPACT			
Rio Grande do Sul						
BR/IRGA 406	7	5	5	6,9	S	
BR/IRGA 409	9	9	9	6,4	R/MS	
BR/IRGA 410	9	9	9	6,1	R/MS	
BR/IRGA 412	8	8	8	6,5	R/MS	
BR/IRGA 413	8	9	9	6,9	I/S	
BR/IRGA 414	9	9	9	6,2	R/S	
BR/IRGA 416	5	9	9	5,1	I/S	
BR/IRGA 417 ⁴	4	1	-	2,6	MR	
EMBRAPA 6 - CHUI	9	9	9	7,1	R/MS	
EMBRAPA 7 - TAIM	6	6	5	5	R/MS	
EMBRAPA 38 - LIGEIRINHO	8	9	9	3,2	R/MS	
EMBRAPA - 30 ACRISUL	9	9	9	7,2	R/MS	
Santa Catarina CICA 8	7	4	4	3,7	MR	
EPAGRI 106	5	1	2	2,9	MR	
TOCANTINS ⁵						
METICA - 1	6	3	4	5,1	I	
JAVAE	6	1	2	2,6	R	
RIO FORMOSO	3	1	1	2,4	R	

¹ Notas 0 - 3 = resistente, 4 - 9 = suscetível.

² Nota média de oito locais de teste (Palmital, Capivara, Jaciara, Lucas do Rio Verde, Cachoeirinha, Capão de Leão, Pindamanhangaba, Vilhena) no Viveiro Nacional de Brusone (VNB 95);

³ Fonte: A. S. Ribeiro R = resistente (0 - 3%), MR = moderadamente resistente (3 - 5%); I = intermediário (5 - 25%); MS = moderadamente suscetível (25 - 50%); S = suscetível (50 - 75%).

⁴ Fonte: VNB 96

⁵ Fonte: Observações de brusone nas panículas nos campos experimentais no projeto Rio Formoso.

Com relação às manchas-de-grãos, as cultivares de arroz de terras altas apresentam diferentes graus de severidade (Figura 2). As cultivares Carajás, Guarani e Primavera mostraram baixa incidência de mancha de grãos nos testes realizados no campo em Goiânia e Vilhena. Em arroz irrigado, a cultivar Metica-1 apresentou alta grau de suscetibilidade às manchas-de-grãos. Todas as cultivares comerciais, tanto de terras altas como de arroz irrigado, são suscetíveis à escaldadura, variando apenas em grau de suscetibilidade. As cultivares, em ordem decrescente de severidade, em condições de inoculação artificiais foram Araguaia, Cuiabana, IAC 165, Rio Paranaíba, Guarani e Centro

América (Prabhu & Bedendo, 1990). A cultivar Capai apresenta altas severidades de escaldadura no campo.

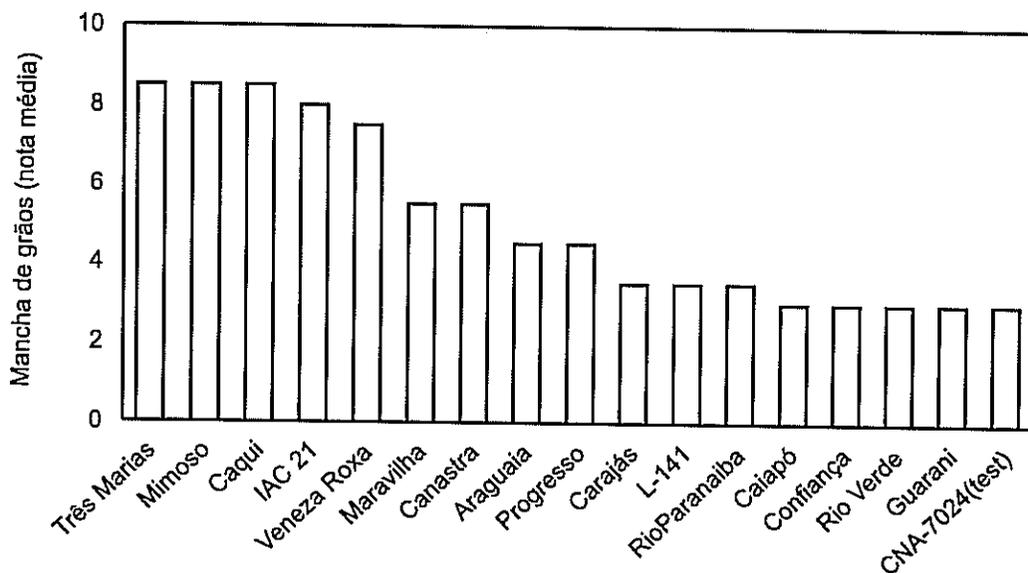


Fig. 2. Severidade de mancha-de-grãos nas cultivares melhoradas de terras altas (Fonte: Viveiros de mancha-de-grãos, Vilhena e Goiânia, 1995/96).

CONTROLE QUÍMICO

O uso de fungicidas no controle de doenças torna-se essencial quando o grau da resistência de cultivar é inadequado. Diversos fungicidas estão disponíveis no mercado e utilizados para controle de brusone e manchas-de-grãos. Novos fungicidas com atividade sistêmica substituem os protetores. A atividade sistêmica é muito importante, porque os fungicidas são absorvidos e translocados para as áreas não tratadas para oferecer o controle da doença. Também os fungicidas sistêmicos não são degradados com chuvas, após sua aplicação. Outra característica muito importante é o efeito residual do produto. Isso significa que o fungicida é resistente à degradação biológica e química e oferece controle para, aproximadamente, 15 dias após a aplicação (Froyd & Froeliger, 1994).

ESTRATÉGIAS PARA INTEGRAÇÃO DE RESISTÊNCIA COM CONTROLE QUÍMICO

Existem dois tipos de resistência referidos em termos epidemiológicos, como resistência vertical e horizontal (sensu Van der Plank, 1963), que corresponde à resistência monogênica e resistência poligênica, respectivamente. A resistência monogênica é específica às raças e sujeita à quebra com o tempo. Por outro lado, a resistência poligênica não é específica às raças e apresenta níveis baixos de doença no campo, comparada com as

cultivares suscetíveis. Este tipo de resistência foi referido como resistência parcial (Parlevliet & Ommeren, 1975) e apresenta lento progresso da doença no campo e é supostamente estável. Investigações em diversas partes do mundo foram voltadas para resistência parcial na década de 80, com pouco sucesso.

O grau de resistência das cultivares, os fungicidas e as condições climáticas influenciam o desenvolvimento da brusone nas folhas durante a fase vegetativa e nas panículas, entre a fase leitoso e amadurecimento. Os dados relativos à quantificação dos efeitos de resistência de cultivares e fungicidas são limitados. Tanto a resistência parcial como a aplicação de fungicidas reduz a taxa aparente de infecção e área sob curva de progresso. Estas medidas são importantes para aumentar a eficiência de fungicida combinado com resistência da cultivar.

INTEGRAÇÃO DE TRATAMENTO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS E GRAU DE RESISTÊNCIA DE CULTIVAR

O tratamento de sementes é uma medida mais econômica de controle da brusone nas folhas e sua eficiência pode ser aumentada com o uso de cultivares com moderado grau de resistência. Os fungicidas sistêmicos indicados para tratamento de sementes contra brusone são carboxin, thiabendazol e pyroquilon. Um experimento de campo, realizado durante 1983/84, mostrou a eficiência do tratamento de sementes com fungicida pyroquilon no controle de brusone nas folhas (Prabhu & Filippi, 1993). A redução do aumento da brusone nas folhas com o tempo, nas cultivares suscetíveis como IAC 47, IAC 25, IAC164 e L50, é ilustrada na Figura 3. A linhagem moderadamente resistente, como CNA 104-B-34-2, mostrou baixo nível de doença, mesmo nas parcelas não tratadas e o controle obtido não justificou o tratamento de sementes (Figura 4). O tratamento de sementes com pyroquilon reduziu a severidade de brusone nas folhas, em média, nas quatro cultivares 88 % e 26 % de controle, aos 38 e 46 dias após o plantio, respectivamente. O atraso no início da epidemia da brusone em cultivares suscetíveis até 42 dias tem grande significado na redução de perdas, porque as folhas de arroz adquirem resistência à infecção por *P.grisea* com idade de planta (Figura 5). Na maioria das situações, para proteção de plantas entre 30 a 40 dias contra a brusone nas folhas, somente o tratamento de sementes pode ser adequado.

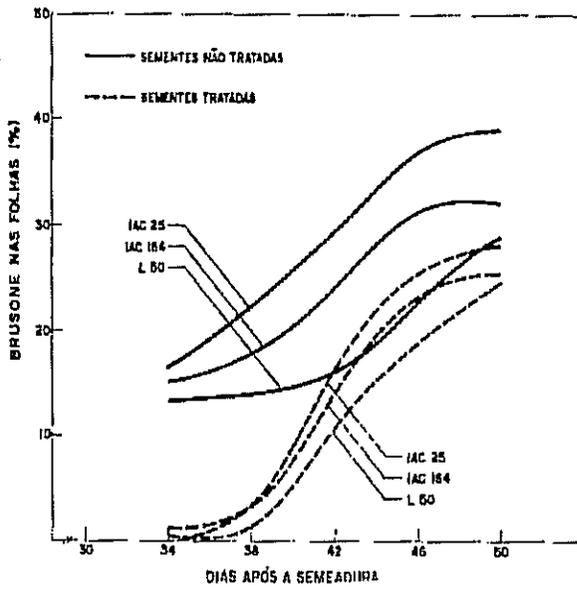


Fig. 3. As curvas de progresso da brusone nas folhas com sementes tratadas com pyroquilon e não tratadas, em três cultivares de arroz de sequeiro (Fonte: Prabhu & Filippi, 1993).

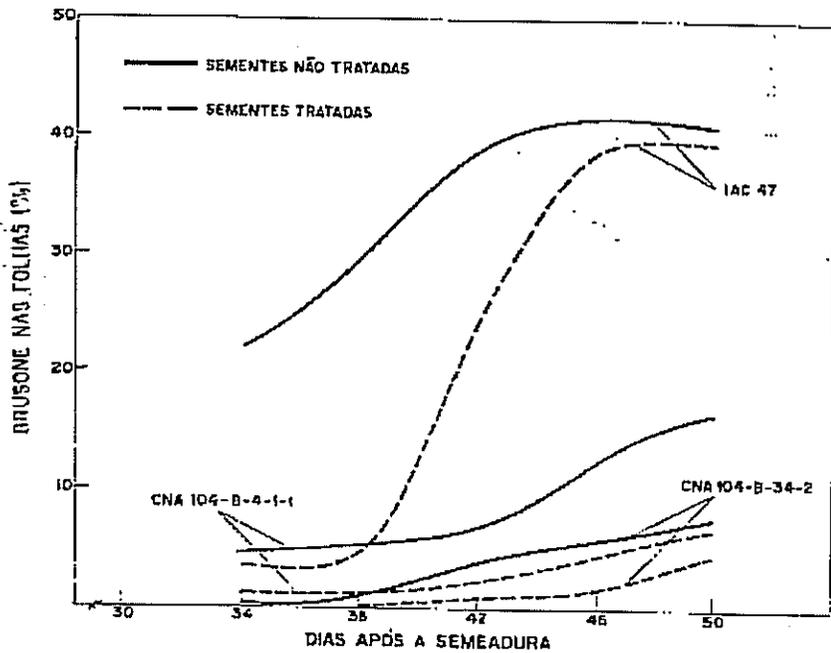


Fig. 4. A comparação de curvas de progresso da brusone nas folhas, na cultivar suscetível (IAC 47) e linhagens moderadamente resistentes (CNA 104-B-34-2 e CNA 104-B-4-1-1) em resposta ao tratamento de sementes com pyroquilon. (Fonte: Prabhu & Filippi, 1993).

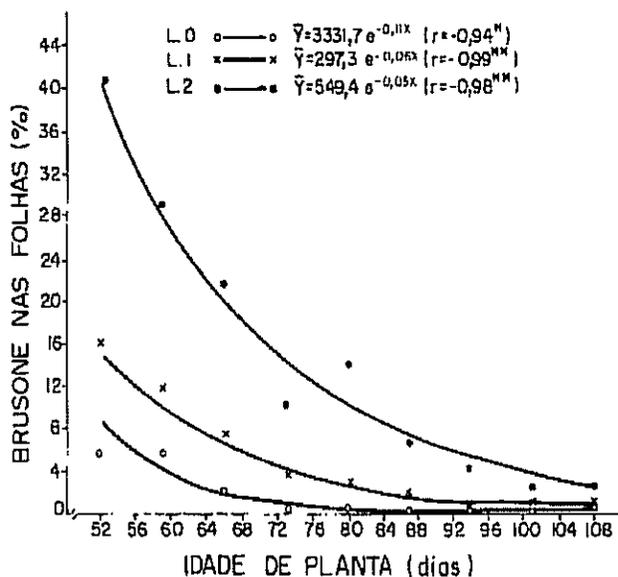


Fig. 5. Relacionamento entre idade de planta e severidade da brusone em três folhas na cultivar IAC 47; L0, L1 e L2 representam folha parcialmente aberta, folha completamente aberta e penúltima folha, respectivamente, na fase vegetativa. (Fonte: Prabhu & Filippi, 1995).

O progresso da brusone nas folhas e panículas foi estudado na cultivar melhorada de Guarani e linhagem CNA4136 e comparado com o progresso da doença nas cultivares comerciais como IAC165 e IAC25 nas parcelas com sementes tratadas com pyroquilon e não tratadas, em experimentos de campo durante 1987 e 1988 (Filippi & Prabhu, 1997). O tratamento de sementes com pyroquilon reduziu a brusone nas folhas até 62 e 47 dias após o plantio em 1987 e 1988, respectivamente, considerando a média das quatro cultivares.

O efeito do controle da brusone nas folhas pelo tratamento de sementes com pyroquilon sobre brusone nas panículas e produtividade foi determinado em quatro cultivares de arroz de terras altas, em três experimentos de campo, realizados em 1988/89. (Filippi & Prabhu, 1996). O lento progresso da brusone, considerado como sinônimo de resistência que reduz a taxa aparente de infecção, sem nenhuma conotação genética, foi evidenciado nas parcelas com sementes tratadas com fungicida nas cultivares de Guarani e linhagem CNA 4136, tanto nas condições de baixos e altos níveis de infecção. Quando à pressão da doença, foi baixa a resposta ao tratamento de sementes e foi mais evidente nas cultivares suscetíveis, como IAC 165 e IAC 25, do que na Guarani e CNA4136 (Figura 6). Por outro lado, nas condições de alta pressão de doença, a resposta ao tratamento de sementes não foi significativa na cultivar Guarani, indicando importância de resistência moderada.

O controle da brusone nas folhas foi de 26,8%, considerando a severidade média de doença nas cultivares e três experimentos. Os níveis diferentes de controle obtidos em várias investigações mostraram a eficiência do fungicida no tratamento das sementes, dependendo do grau de resistência da cultivar e da sua taxa de aumento. Neste trabalho, a brusone nas folhas foi uniformemente reduzida em todas as cultivares, indicando que as diferenças em grau de resistência nestes genótipos não foram adequadas. A análise de curvas de progresso nas panículas em parcelas tratadas e não tratadas é necessária para detectar as pequenas diferenças em grau de resistência das cultivares e verificar sua contribuição no aumento de eficiência do tratamento de sementes.

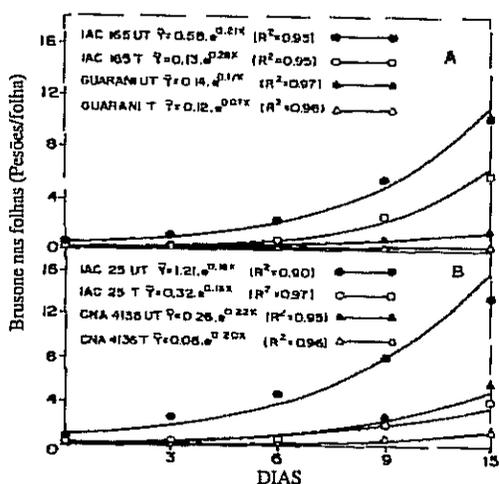


Fig. 6. Curvas de progresso da brusone nas folhas nas parcelas tratadas com fungicida pyroquilon e não tratadas. A= Cultivares IAC 165 e Guarani; B= Cultivares IAC 25 e linhagem 4136; NT= Não tratada; T= Tratada; 0= 47 dias após plantio. (Fonte: Filippi & Prabhu, 1997).

A proteção de plantas, na fase vegetativa, com tratamento de sementes reduz a severidade de brusone nas panículas. O início de epidemia da brusone nas panículas foi consistentemente baixo nas parcelas tratadas em todas as cultivares e experimentos. A produtividade pode ser aumentada significativamente, dependendo do nível de controle e da contribuição do grau de resistência da cultivar no atraso do início da epidemia de brusone nas panículas

A correlação entre brusone nas folhas e panículas é negativa, quando ocorrem altas severidades de brusone nas folhas. Elevados níveis da brusone nas folhas afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, resultando em panículas de tamanho menor com poucas grãos e baixa incidência da brusone nas panículas. Altas severidades da brusone nas panículas são geralmente observadas nas lavouras bem nutridas e luxosas. As lavouras com sementes tratadas apresentam menores danos com brusone nas folhas, aceleram o crescimento e atrasam senescência das plantas e podem causar altas severidades da brusone nas panículas. O nível de brusone nas folhas, que reduz o aumento de severidade de brusone, não é bem definido e depende de grau de resistência da cultivar.

O controle da brusone nas folhas é mais importante nos plantios tardios. Os plantios feitos nos meses de dezembro e janeiro com cultivares suscetíveis coincidem com a fase mais suscetível à brusone nas folhas e ficam expostos a grandes quantidades de inoculo provenientes de plantios anteriores na mesma fazenda ou nas dos vizinhos. Nos plantios do mês de janeiro com cultivares Rio Paranaíba e Guarani, a brusone nas folhas pode causar morte total das plantas. A resposta de cultivares melhoradas de terras altas, como Maravi-lha, Confiança, Canastra e Primavera, ao tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos ainda não foi quantificado e os trabalhos estão em andamento.

Em arroz irrigado, a falta de água na fase vegetativa no Estado do Tocantins causa destruição parcial ou total de plantas com brusone na cultivar Metica-1 e necessita o tratamento de sementes com fungicida sistêmico de efeito residual prolongado. Mesmo com tratamento de sementes, a brusone atinge altas severidades aos 35 dias em condições de alta infecção causada por monocultura em áreas extensivas. As novas cultivares lançadas pela Embrapa, como a Rio Formoso e Javaé, são altamente resistentes e não necessitam tratamento de sementes.

CONTROLE DE BRUSONE NAS PANÍCULAS EM RELAÇÃO AO GRAU DE RESISTÊNCIA DAS CULTIVARES

A brusone nas panículas inicia-se 7 a 10 dias após a emissão de panículas e progride sucessivamente até o amadurecimento. As aplicações de fungicidas na época da emissão de panículas, assim como o grau de resistência da cultivar, atrasam o início de epidemia e reduzem a taxa de aumento da brusone. O atraso do início da epidemia da brusone nas panículas para após o período crítico da fase leitosa minimiza os danos na produtividade e na qualidade de grãos. Os resultados de experimentos de campo com quatro cultivares de arroz de terras altas (IAC 202, Capai, Araguaia e Rio Paranaíba) e três fungicidas sistêmicos encontram-se na Tabela 2. Os fungicidas tricyclazole e benomyl foram superiores a tebuconazole na redução de área sob curva de progresso da brusone nas panículas, não havendo diferenças significativas entre uma e duas aplicações de tricyclazole. A produtividade com duas aplicações de benomyl diferiu significativamente de testemunha devido ao seu efeito no controle de escaldadura.

A severidade de brusone nas panículas em resposta ao tratamento com fungicida em média é menor nas cultivares Capai, Araguaia e Rio Paranaíba do que em cultivar altamente suscetível como IAC202 (Tabela 3). Estes e outros resultados anteriores indicaram que uma aplicação preventiva para controle de brusone nas panículas em arroz de terras altas é viável.

IMPACTO DE USO DE CULTIVARES RESISTENTES EM ARROZ IR-RIGADO

No Estado do Tocantins, o custo de produção de arroz é alto devido à intensificação de cultivo e ao uso elevado de insumos. A estimativa de custo na Cooperjava está em torno de R\$ 933,00/ha, incluindo insumos, serviços, transporte, limpeza e secagem (Silva, A .S. 1998. Comunicação pessoal) Os gastos com defensivos, incluindo fungicidas,

Tabela 2. Eficiência relativa de fungicidas no controle de brusone nas panículas em arroz de terras altas (1996/97).

Tratamento	Dose g/ha	Número de aplicações	Época de aplicação	Brusone nas panículas ASCP*	Produção kg/ha
Benomyl	500	2	EM + EP**	76,0 ^{***}	1939 a
Tricyclazole	250	2	EM + EP	50,2 ^a	1569 ab
Tricyclazole	250	2	EM	64,6 ^a	1525 ab
Tricyclazole	250	1	EP	101,8 ^a	1533 ab
Tebuconazole	875	2	EM + EP	145,2 ^b	1510 ab
Tebuconazole	875	1	EP	141,3 ^b	1515 ab
Tebuconazole	875	21	EM	169,7 ^b	1492 ab
Testemunha	875	-	-	159,8 ^b	1384 b

* ASCP= Área sobre curva de progresso, médias basearam - se em quatro cultivares (IAC 202, Caiapó, Araguaia, Rio Paranaíba) e dois experimentos.

** EM = Emborrachamento; EP = Emissão das panículas.

*** Médias seguidas por mesma letra não deferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Resposta de cultivares no controle de brusone nas panículas em arroz de terras altas (1996/97).

Cultivares	Severidade de brusone nas panículas (ASCP)	
	Não tratada	** Tratada
IAC 202	419,9	134,8
Caiapó	84,2	18,1
Araguaia	80,7	28,3
Rio Paranaíba	54,4	19,7

** Tratado com tricyclazole (250g) - Duas aplicações foliares, uma na fase de emborrachamento e outra na emissão de panículas.

* ASCP = Área sobre curva de progresso % médias basearam - se em dois experimentos de campo plantados em duas épocas em 1996/97.

inseticidas e herbicidas, constituem 30% de custo total de produção. Os fungicidas utilizados especificamente para o controle da brusone consistem em tratamento de sementes com fungicida pyroquilon e um aplicação com tricyclazole. Duas aplicações preventivas, uma com manzate e outra com difeneconazole são feitas visando o controle de outras doenças. O custo total de fungicidas utilizados, inclusive o custo de aplicação, está em R\$101,61/ha, equivalente 8 sacos /ha de 60 kg, considerando o preço do arroz em casca a R\$ 12,64. Com o uso de cultivares resistentes à brusone, como a Rio Formoso, o tratamento de sementes e a aplicação de fungicida foliar para controle da brusone nas panículas

podem ser evitados, passando para um ganho líquido de R\$ 62,00/ha, correspondentes 5 sacos/ha de arroz com casca.

CONCLUSÕES

A relevância de danos econômicos em função do grau de resistência das cultivares deve ter maior atenção pela pesquisa. O fungicida continua como um componente importante no manejo da brusone devido à curta durabilidade de resistência vertical em arroz irrigado e aumento gradativo de suscetibilidade de cultivares com resistência parcial em arroz de terras altas. Os conhecimentos quanto à dinâmica de população de patógeno e diversidade genética em diferentes ambientes permitem prever a durabilidade de resistência da cultivar. A integração de resistência da cultivar com aplicação de fungicidas requer estudos quanto à busca de novos produtos com ação indireta sobre o patógeno, sua eficiência no controle de mais de uma doença, o número e épocas de aplicações e menores danos ambientais. Os métodos alternativos de controle através de nutrição de plantas, rotação de culturas combinado com resistência genética das cultivares, reduz dependência e racionaliza o uso de fungicidas no manejo sustentável das doenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- FILIPPI, M. C.; PRABHU, A. S. Effect of leaf blast control by pyroquilon seed treatment on panicle blast progress and grain yield. **Fitopatologia Brasileira**, 22:164-170, 1997.
- FRATINI, J. A.; SOAVE, J. Tentativa de avaliação de perdas causadas pela brusone nas cultivares de arroz do Estado de São Paulo. **Revista Agrícola**, 49:101-108, 1972.
- FROYD, J. D.; FROLIGER, E. H. Strategies for discovery of rice blast fungicides. In: Rice blast disease (R.S.Zeigler, S. A Leong, P. S. Teng) CAB International, Wallingford, u. k., 1994 pp.501-520.
- PARLEVLIET, J. E.; OMMEREN, A. Van. Partial resistance of barley to leaf rust *Puccinia hordei* II. Relationship between field trials, microplot tests and latent period. **Euphytica** 24:293-303.1975.
- 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.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Comparative yield loss estimates due to blast in some upland rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, 14:227-232.1989.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J.C.; CARVALHO, J. R. P. Efeito da brusone sobre a matéria seca, produção de grãos e seus componentes em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 21:495-500.1986.

- PRABHU, A. S. , FILIPPI, M. C. Seed treatment with pyroquilon for the control of leaf blast in Brazilian upland rice. **International Pest Management** 39: 347-353.1993
- PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C. Age mediated resistance and fungicide application for leaf blast control in upland rice. **International Journal of Pest Management**. 41:8-13.1995.
- PRABHU, A. S.; LOPES, A. M.; ZIMMERMANN, F. J .P. Infecção de folha e de grão de arroz por *Helminthosporium oryzae* e seus efeitos sobre os componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 15:183-189.1980.
- PRABHU, ASOAVE, J.; ZIMMERMANN, F. J. P.; FILIPPI, M. C.; SOUZA, N. R. G.; CURVOR, C. V.; LOPES, M.; SOBRAL, C. A. M.; FERREIRA, M. P.; KOBAYASHI, T.; GALVÃO, E. U. P. Genetic variability for disease in Brazilian upland rice germplasm. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 31:413-424. 1996.
- PRABHU, A.S.; VIEIRA, N. R. de A . Sementes de arroz infectadas por *Dreschlera oryzae*: germinação, transmissão e controle. Goiânia: EMBRAPA CNPAF, 1989.39p. (EMBRAPA-CNPAF. Boletim de Pesquisa,7).
- MIURA, L.; MOREL, D. A.; NOLDIN, J. A. Brusone na cultura de arroz irrigado. Itajaí, EMPASC, 1989, 9p. (EMBRAPA. PNP de Arroz Projeto 001.88.024/04.)
- RIBEIRO, A. S. Doenças de arroz irrigado, Pelotas, EMBRAPA-CPATB,1988, 56p. (Circular Técnica 19).
- SOAVE, J.; PIZZINATTO, M. A.; USBERTI JUNIOR, J. A; CAMARGO, O. B. A; VILLELA, O.V. Selection of rice pathogens using seed health testing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 19:449-453.1984.
- SOUZA, N. S.; BARROS, L. G. de; PRABHU, A. S. Incidência de mancha de grãos do arroz em relação à época de plantio e aplicação de fungicidas. Boletim No. 4, EMPAER-MT. 1993. 19p.
- VAN DER PLANK, J. E. Plant diseases: Epidemics and control. New York, Academic Press. 1963.

Moderador: Prof. Francisco Xavier Ribeiro do Vale

DISCUSSÃO

Dr. Josias Corrêa de Faria – Embrapa/CNPAF:

Dr. Prabhu, eu gostaria que o senhor tecesse alguns comentários sobre os aspectos que o senhor mencionou durante o processo de melhoramento quanto a resistência à brusone. Houve uma erosão dos genes principalmente os que poderiam controlar a resistência à mancha dos grãos e talvez até mesmo à mancha parda. O que pode ser feito neste conjunto de práticas além de tentar voltar um pouquinho na genética para deixar estes

genes lá dentro para minimizar o efeito deste conjunto que inclui a mancha dos grãos e incluindo também a mancha parda?

Dr. Prabhu responde:

Primeiramente nós não nos preocupamos muito em começar o melhoramento do arroz de sequeiro pela mancha dos grãos. Nunca foi feita nenhuma avaliação, sobre isso mas os trabalhos até então conduzidos indicam a presença de algumas fontes de resistência à mancha de grãos. Ultimamente, todas as cultivares que são utilizadas como fontes de resistência à brusone não tem resistência à mancha dos grãos. Nos cruzamentos triplos e os múltiplos têm-se grande variabilidade, durante o processo seletivo das plantas, para as diferentes doenças. Os maiores esforços têm sido feito para a brusone, e não para outras doenças. Na fase final do melhoramento, as gerações F5 e F6 são submetidas ao viveiro de mancha de grãos, o que vem mostrando algum resultado. Para que o melhoramento possa usar estes dados, como no da soja por exemplo, se existe uma variedade suscetível ao nematóide da soja, ela não é liberada. No arroz, temos prioridade para a qualidade dos grãos.

A própria política de lançamento de cultivares não inclui resistência a mancha de grãos. A sua pergunta é como diminuir a mancha de grãos além da resistência? É uma ilusão pensar que iremos ter uma cultivar resistente à brusone, à mancha de grãos e à escaldadura, uma ou outra teremos que sacrificar e, partir para a racionalização do uso de fungicidas. Devemos trabalhar com fungicidas, querendo ou não.

Comentários do Prof. Francisco:

O Dr. Prabhu observou que as variedades com resistência parcial estão perdendo a resistência. Isto me preocupa um pouco porque, teoricamente, as variedades com resistência parcial ou poligênica ou horizontal senso Van der Plank, teriam um mecanismo de ação que estaria além da capacidade do patógeno vencer, daí a maior probabilidade de durabilidade desta resistência. Então se observarmos que esta resistência está sendo vencida pelo patógeno, é porque os mecanismos de ação desta resistência são vulneráveis e fáceis de serem quebrados. Tem sido feito algum trabalho nos programas de melhoramento estudando mais detalhadamente como estes componentes estão agindo para tornar a resistência mais efetiva e mais durável? É importante saber-se de que forma a resistência está atuando, que componentes estão envolvidos nos mecanismos de resistência e poder-se entender a dificuldade do patógeno em quebrar esta resistência. Quando se vê que a resistência está sendo afetada pelo ambiente (por exemplo, a resistência horizontal) e se o ambiente passa a interferir muito neste processo, a resistência pode ser quebrada. Quando se muda o plantio de uma região para outra, a resistência pode passar a não se manifestar, influenciada pelas condições diferentes de ambiente, interferindo na ação de seus componentes. Quando o efeito dela é intrínseca ao hospedeiro torna-se mais difícil ao patógeno vencer a resistência. Eu não sei como vocês tem trabalhado na parte de quantificação da resistência horizontal em termos da avaliação desses componentes.

Responde o Dr. Prabhu:

Nós trabalhamos com resistência parcial na seleção recorrente para a brusone. Teoricamente, eu concordo com você em termos das definições. Nós temos exemplos de arroz nos padrões mundiais de resistência parcial, como a Moroberikan, agora um modelo para a biotecnologia. As cultivares IRAT 13 e Moroberikan, em nossas condições, são padrões de resistência parcial. A corrente que aceita este conceito baseia-se em condições que não são tão propícias para alterar a resistência parcial, a exemplo da África e de outros locais onde os pequenos produtores não têm tanta massa verde e pressão de inóculo. Mas nas nossas condições, sob alta pressão de inóculo, como nos viveiros de brusone, onde cada material é plantado em uma única linha, a pressão é tão alta que a resistência parcial não oferece proteção. Para ser testada a resistência, deve ser feito o plantio em áreas grandes, pelo menos em um hectare. Ou seja, a resistência parcial para as condições de cerrado não é viável devido à alta pressão de doença. Para as condições irrigadas, as variedades com resistência parcial podem ser associadas com o controle da doença através do manejo da água, da nutrição e de fungicidas. É mais viável adotar uma estratégia de melhoramento para a resistência parcial em arroz irrigado do que para sequeiro. Apesar disso, atualmente buscamos a resistência vertical porque ela é mais fácil de ser incorporada e selecionada, comparada com a resistência parcial, a qual, muitas vezes, durante o processo seletivo sacrifica a qualidade de grãos.

Para as condições de sequeiro não estamos incorporando a resistência vertical. Esta é uma situação contrária ao que deve ser feito.

Nossa experiência mostra que para avaliar a resistência parcial, devemos quebrar a resistência vertical com uma raça virulenta, em condições de casa-de-vegetação. Ao quebrar o efeito do gen maior é possível avaliar (quantificar) a resistência parcial, principalmente quando a severidade da doença é avaliada folha por folha, encontrando-se diferenças entre as variedades. Isto é chamado de resistência parcial. Se você coloca esta variedade que apresenta resistência parcial sob condições controlada, no campo, ela não agüenta. Não sabemos o componente que indica a resistência parcial, se o número, o tipo ou o tamanho de lesões se a porcentagem da área foliar infectada, ou qualquer parâmetro que induza alta ou baixa esporulação. Fizemos vários trabalhos, mas não encontramos algo para as nossas condições.

Comentários do Prof. Francisco:

Revelou-se muito interessante, (v. trabalho da Marta) ver que o tratamento das sementes retarda o aparecimento da doença inclusive nas panículas, retardando o aparecimento do inóculo inicial em até 45 dias. Aí já não tem efeito significativo em termos de redução de perda em rendimento, que passa a ser pequeno.

Este é um resultado importante em termos de estratégia de manejo e me pareceu inclusive que pode ser associado à resistência genética, dentro deste conceito. Usando a resistência parcial para reduzir a taxa de desenvolvimento da doença e o tratamento de

sementes para atuar sob o inóculo inicial, pode-se chegar a uma forma muito efetiva de redução das perdas atuando sobre o inóculo inicial e sobre a taxa, simultaneamente. Basicamente, no controle de doenças de plantas, a redução do inóculo inicial e da taxa constitui o objetivo principal do trabalho. Esta é uma linha que me pareceu muito interessante dentro dos resultados apresentados.

Roberto Dantas – Embrapa Roraima:

Eu gostaria de saber, nas condições de experimentos de melhoramento, como se proceder na avaliação de genótipos sem controle nenhum, o quando se verifica um aumento desta doença. Devemos proceder um controle químico preventivo ou curativo?

Resposta do Dr. Prabhu:

Eu não acredito que você deva controlar. Se for para uma avaliação de genótipos você não deve usar fungicidas, no meu ponto de vista. O principal problema na escolha do lançamento de variedades são os escapes. Se você seleciona material que não tem doença, a resistência é quebrada em outro local. Eu induziria todas as doenças nos campos experimentais e colocaria bordaduras com variedades suscetíveis para mancha-de-grãos e brusone durante todo o processo seletivo, desde F2 até F6.

Dr. Lawrence E. Datnoff – University of Florida:

Nesta estratégia de uso de resistência, transporta para outros sistemas como por exemplo, para o trigo, mostrou-se que o uso de resistências diferentes, (parcial ou estável), e no campo afeta muito bem a epidemia da ferrugem. Esta idéia poderia servir também para a brusone?

Resposta do Dr. Prabhu:

Todos os trabalhos que vêm sendo feitos com resistência parcial, na Europa com cevada e trigo; e, no Brasil, na Universidade de Viçosa e em Piracicaba, com ferrugem no café, baseiam-se nos componentes da resistência parcial.

Com arroz, há muitos anos estamos envolvidos neste tipo de trabalho, fazendo delineamentos experimentais com bordaduras infestantes e vendo o progresso da brusone. Há várias maneiras de avaliar a resistência parcial no campo. A esporulação é a única ferramenta que poderá contribuir para a resistência parcial. Mas isto não é verdadeiro para o arroz, a esporulação não tem nada a ver com a resistência parcial, porque para cada cultivar o componente que determina esta resistência é diferente. Nós não podemos usar a esporulação como o critério mais importante para avaliar a resistência parcial.

Comentários do Prof. Francisco:

Para a ferrugem, os componentes de resistência atuam mais ou menos em conjunto. Se você têm uma variedade com resistência horizontal à ferrugem, você tem aumento do período latente, esporulação menor, menor tamanho de lesões, período infeccioso menor, e isto atua mais ou menos em conjunto. Se você selecionar pelo período latente longo, você tem os outros componentes atuando em conjunto, automaticamente.

Dr. Prabhu:

Em arroz, também há os mesmos tipos de trabalhos sendo feitos sobre o componentes da resistência parcial. Existe uma correlação com o tipo e o tamanho de lesão; esporulação e alta resistência parcial. Existe alguma correlação entre diferentes componentes, como você já falou. Do meu ponto de vista, nas nossas condições ela não serve, pois a pressão de inóculo no cerrado é alta, como no Mato Grosso e em Goiânia.

Comentários do Prof. Francisco:

No caso de trabalhos com resistência vertical ou específica, não teria que se trabalhar em termos de uma base muito boa de conhecimento sob a virulência do patógeno?

Dr. Prabhu:

Eu concordo. A cultivar Araguaia sempre foi selecionada para plantas limpas; quando chegou em F5, começaram a aparecer algumas lesões. A idéia de efeito vertifolia não existe hoje. Porque, durante o processo seletivo, o homem incorpora genes maiores. Não existe aquilo que foi observado na batata: quando quebra a resistência, a planta morre. Quando se quebra a resistência da variedade Araguaia, ela não morreu. Até hoje ela sobrevive porque sempre apresenta poucas lesões durante os períodos de alta pressão de doença, mostrando que a quebra não é total. Este tipo de seleção para resistência até F5 contribuiu para este tipo de resistência. Todas as variedades, depois da Araguaia, não foram selecionadas tão rigorosamente. Não temos o mesmo tipo de resistência, igual a Araguaia, hoje.

Comentários do Prof. Francisco:

Mudando um pouco de assunto, saindo de resistência para práticas culturais, que é um outro assunto importante. Eu gostaria que o Dr. Prabhu fizesse algumas considerações sobre esse assunto, o que não foi abordado ainda nesta discussão. Como as práticas culturais podem afetar o desenvolvimento das doenças? Eu estou falando de doenças do arroz de um modo geral, porque poderia ser brusone, escaldadura, manchas de grãos, doenças deste tipo. Porque hoje temos observado no Brasil a mudança, num curto espaço de tempo, de práticas culturais que tem afetado a predominância de doenças nas culturas. Na cultura do feijão, por exemplo, nas áreas de pivô central, tem ocorrido doenças que anterior-

mente não eram e hoje se tornaram problemas para essa cultura. Um outro exemplo de novas técnicas culturais, é o plantio direto mas não temos nenhuma informação como isto afeta o desenvolvimento das doenças.

Nós temos as áreas irrigadas diferentes e as novas fronteiras para o plantio do arroz no cerrado. A palestra do Dr. Lawrence enfatizou o papel do silício e sua importância no desenvolvimento de doenças de plantas. No caso do silício, encontra-se muito assunto na literatura, mas com relação à nutrição de um modo geral, há uma lacuna muito grande de informação e eu vejo que isto tem alterado tanto o cenário de doenças, que mereceria um pouco de consideração de nossa parte.

Dr. Prabhu:

Eu não falei muito sobre as práticas culturais hoje, mas eu mencionei uma linha de pesquisa. Nós não temos dados quantificados para medir o efeito de cada uma das práticas que diminuem o impacto da doenças. Primeiro, com a experiência, se plantamos arroz de sequeiro, no Brasil Central, não precisa de nenhuma medida de controle da brusone da folha, na sua fase inicial. Isto é uma prática simples e não custa nada porque é desnecessário o tratamento de sementes. Na prática, são grandes produtores de arroz. Poucos produtores produzem muito arroz; se fossem muitos produtores produzindo muito seria outra situação. No Mato Grosso, eles têm que ter muitas máquinas para completar o plantio na fase inicial do período chuvoso. Sabemos que quanto mais cedo iniciarmos o plantio, não teremos inóculo inicial necessário para a epidemia. Quando aumentar a pressão de inóculo, a lavoura já saiu da fase mais sensível. Então esta é uma medida de controle da brusone.

Se alterarmos a época de plantio, utilizando cultivares de ciclo curto, a emissão de panículas não vai coincidir com o período chuvoso, resultando na diminuição da mancha de grãos; esta é outra prática ideal.

Para a escaldadura não há nenhuma variedade resistente, mas se plantarmos arroz e depois soja com muita matéria orgânica e com muita adubação nitrogenada, isso pode favorecer a escaldadura. No plantio direto, todas as doenças aumentam a sua incidência porque há um microclima favorável para a multiplicação dos fungos fracos. No plantio direto, a mancha de grãos constitui –se em um problema sério.

Em pivô central, com a intensificação das práticas culturais, visando a produzir cinco toneladas de arroz, como a alta adubação nitrogenada, não é possível evitar a incidência da brusone na folha, considerando uma variedade suscetível. Até a brusone na panícula é um problema sério como também a escaldadura. Em cada sistema novo, cada caso, as situações são diferentes. É preciso descobrir uma maneira de diminuir o impacto.

Sobre a nutrição não existe nenhum dado de como diminuir o efeito sem reduzir o custo de produção. Os produtores sempre querem produzir mais, então sempre gastam mais com adubação nitrogenada. Hoje, com a intensificação, não existe sustentabilidade, pois aumentando de 90 kg para 125 kg de N, para elevar as produtividades de cinco para sete toneladas, todas as doenças aumentam.

Gil Rodrigues – Universidade Federal do Tocantins:

O senhor sabe que no Tocantins há uma condição climática favorável para as doenças no arroz. O que piora a situação, além do clima, é o plantio de mais de 80% de uma única variedade que já quebrou a resistência há muito tempo e que ainda é plantada. Além do mais, há práticas que favorecem as doenças, como por exemplo solo mal preparado e a irrigação demora muito a chegar ao plantio. Talvez o produtor demora, devido as condições, a colocar a lâmina d'água. A gente sabe que a água tende a ter um controle sobre a brusone. O senhor acha que com o aparecimento de novas variedades na região essa quebra de resistência tende a diminuir, pelo aumento dos genes de resistência vertical distribuídos na região?

Resposta do Dr. Prabhu:

Como você sabe, no Tocantins, há milhares de hectares que apresentam uma coloração avermelhada, devido à queima das folhas com brusone. Mesmo com tratamento de sementes a doença aparece, devido à alta pressão de inóculo. A prática da inundação da lavoura, durante 48 horas, permite que o inóculo seja eliminado. A incidência da brusone causa uma diminuição na alta densidade das plantas, permitindo uma recuperação e correção do estande das plantas desejável.

A recuperação das variedades de arroz irrigado é mais rápida. Nas variedades como Rio Formoso, já foram observados alguns focos de brusone. Esta variedade é resistente à brusone nas folhas, mas não nas panículas. A resistência na variedade EPAGRI ainda é efetiva. Este fenômeno constitui-se em um processo natural de diversificação das cultivares, com genes diferentes. Uma única solução seria o lançamentos sequencial, de três em três anos, nos de variedades novas, com resistência comprovada.

Comentários finais do Prof. Francisco Xavier Ribeiro do Vale:

Esta palestra do Dr. Prabhu constitui um importante documento a ser lido e analisado pelos pesquisadores que trabalham com a cultura do arroz, pois discute em grande profundidade todos os aspectos relacionados ao manejo de variedades resistentes em relação às principais doenças que ocorrem na cultura do arroz no Brasil, enfocando os principais aspectos epidemiológico e o controle dessas doenças. O assunto amplamente discutido e considero que houve grande participação de todos na discussão dos assuntos e que houve grande aproveitamento pelo algo nível da palestra e das discussões.