

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 39

Critérios para Avaliação da Resistência à Mancha Parda e Relação entre a Mancha Parda na Folha Bandeira e a Mancha de Grãos em Genótipos de Arroz

Valácia Lemes Silva-Lobo
Jordene Teixeira de Aguiar
Márcio Vinícius de Carvalho Barros Côrtes
Marta Cristina Corsi de Filippi
Anne Sitarama Prabhu

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rodovia GO 462 - Km 12 - Zona Rural - Caixa Postal 179

75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO

Fone: (62) 3533 2123

Fax: (62) 3533 2100

www.cnpaf.embrapa.br

sac@cnpaf.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Roselene de Queiroz Chaves*

Secretário-Executivo: *Luiz Roberto Rocha da Silva*

Membros: *Ana Lúcia Delalibera de Faria*

Flávia Aparecida de Alcântara

Luís Fernando Stone

Heloísa Célis Breseghello

Fábio Fernandes Nolêto

Márcia Gonzaga de Castro Oliveira

Camilla Souza de Oliveira

Supervisão editorial: *Camilla Souza de Oliveira*

Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*

Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*

Tratamento de ilustrações: *Fabiano Severino*

Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

Versão online (2014)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Arroz e Feijão

Critérios para avaliação da resistência à mancha parda e relação entre a mancha parda na folha bandeira e a mancha de grãos em genótipos de arroz / Valácia Lemes Silva-Lobo ... [et al.]. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2014.

25 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9601 ; 39)

1. Arroz – Doença de planta. 2. Arroz – Mancha parda. I. Silva-Lobo, Valácia Lemes. II. Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

CDD 633.1894 (21. ed.)

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	23
Referências	23

Critérios para Avaliação da Resistência à Mancha Parda e Relação entre a Mancha Parda na Folha Bandeira e a Mancha de Grãos em Genótipos de Arroz

Valácia Lemes Silva-Lobo¹

Jordene Teixeira de Aguiar²

Márcio Vinícius de Carvalho Barros Côrtes³

Marta Cristina Corsi de Filippi⁴

Anne Sitarama Prabhu⁵

Resumo

A mancha parda (*Bipolaris oryzae*) e a mancha de grãos (*B. oryzae*, *Phoma sorghina*, *Tricochoniella padwickii* e *Microdochium oryzae*, entre outros) ocorrem em todas as regiões produtoras de arroz no mundo. No Brasil ainda não existem variedades comerciais resistentes a estas doenças. Os objetivos deste trabalho foram estabelecer critérios eficientes para avaliação da resistência à mancha parda (MP) e avaliar a relação entre a mancha parda na folha bandeira e a mancha de grãos, em condições de casa de vegetação. A inoculação em casa de vegetação foi realizada em plantas de 12 genótipos no estágio V4, pulverizando-se uma suspensão de conídios de *B. oryzae*, na concentração 3×10^5 esporos mL⁻¹, e a avaliação sete dias após a inoculação por meio de uma

¹ Engenheira agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, valacia.lobo@embrapa.br

² Graduanda em Agronomia pela Uni-Anhanguera, bolsista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, jordene.teixeira@gmail.com

³ Farmacêutico, Mestre em Bioquímica, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, marcio.cortes@embrapa.br

⁴ Engenheira agrônoma, Ph.D. em Fitopatologia e Microbiologia, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, cristina.filippi@embrapa.br

⁵ Biólogo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador colaborador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, prabhu.anne@colaborador.embrapa.br

escala de notas de seis graus (0 = planta imune; 1 = resistente; 3 = moderadamente resistente; 5 = moderadamente suscetível; 7 = suscetível e 9 = altamente suscetível). Foi feita também a contagem do número de lesões/cm². Em uma segunda etapa do ensaio, os mesmos genótipos foram transplantados para vasos de 5 kg, e inoculados na fase de grão leitoso (R2). Na avaliação feita na fase vegetativa (V4), os genótipos foram classificados em resistentes (nota 1) e moderadamente resistentes (nota 3) destacando-se o genótipo Kanto 51, como moderadamente resistente e os demais como resistentes. Na fase reprodutiva, com inoculação no estágio R2, observou-se a formação de cinco grupos distintos. O genótipo BRA 02535 se classificou como resistente; BRSMG Curinga, Ipeaco e BRS Sertaneja como medianamente resistentes; Kanto 51, BRS Esmeralda e BRS Jaburú como medianamente suscetíveis; Colômbia 1, Zenith, BRS Jaçanã e BRS Tropical como suscetíveis e Moroberekan como altamente suscetível. O mesmo agrupamento foi observado na avaliação feita pela contagem do número de lesões cm⁻². Os grãos foram colhidos e avaliados quanto ao índice de mancha de grãos, o qual foi obtido a partir da avaliação da severidade da doença, por meio de análise com escala de quatro graus (0 = sem manchas; 1 = 1-25%; 2 = 26-50%; 4 = 51-75% da superfície do grão manchada), se destacando o genótipo BRA 02535, com a menor severidade. Estes mesmos grãos foram submetidos à análise da sanidade realizada pelo método "Blotter test", onde se verificou maior incidência de *Bipolaris oryzae* entre os patógenos, com presença em 46,3% dos grãos dos genótipos avaliados. O segundo patógeno mais frequente foi *Cladosporium* sp., com percentual de 27,2% dos grãos. A correlação entre a severidade da mancha parda na folha bandeira e o índice de mancha de grão foi alta e positiva ($R^2=0,70$), indicando que a avaliação e a seleção de plantas resistentes à mancha de grãos podem ser feitas com base na severidade de mancha parda na folha bandeira através de inoculações com um isolado de *B. oryzae*. A avaliação da mancha parda na folha bandeira (estágio R2) utilizando escala de notas foi eficiente em discriminar os genótipos. BRA 02535 foi o genótipo mais resistente e Moroberekan foi altamente suscetível à mancha parda do arroz e à mancha de grãos.

Termos para indexação: índice de doença, *Bipolaris oryzae*, *Oryza sativa*, severidade de doença, escala de notas.

Criteria for Evaluation of Resistance to Brown Spot of Rice and Relationship between Brown Spot on Flag Leaf and Grain Discoloration in Rice Genotypes

Abstract

*The brown spot (*Bipolaris oryzae*) and grain discoloration (complex pathogens) occur in all rice producing areas in the world. Brazil has no resistant commercial varieties to these diseases. The aim of study was establish evaluation criteria efficient to discrimination brown spot (MP) resistance and evaluate the relationship between brown spot on flag leaves and grain discoloration in greenhouse conditions. Twelve genotypes, in V4 stage, were sprayed with conidia suspension of *B. oryzae*, adjusted to 3×10^5 conidios mL⁻¹. The disease reaction was assessed seven days after inoculation using six degrees scale (0 = plant immune, 1 = resistant, 3 = moderately resistant, 5 = moderately susceptible, 7 = susceptible and 9 = highly susceptible) and counting the number of injury/cm². In a second test, the same genotypes were transplanted into pots of 5 kg, and inoculated at R2 stage. In the assessment made at vegetative stage (V4), the genotypes were classified as resistant (note 1) and moderately resistant (note 3), the genotype Kanto 51 was considered as moderately resistant and the other like resistant. In the reproductive phase, inoculated in the R2 stage, it was observed five different groups. The genotype BRA 02535 was classified as resistant, BRSMG Curinga, Ipeaco and BRS Sertaneja as moderately resistant, Kanto 51, BRS Esmeralda, BRS*

*Jaburú as moderately susceptible, Colombia 1, Zenith, BRS Jaçanã and BRS Tropical as susceptible and Moroberekan as highly susceptible. The same result was observed in the assessment made by counting the number of lesions cm². The grains were harvested and evaluated for grain discoloration, by visual analysis, using a four scale score. The genotype BRA 02535 showed the lowest disease index. These same grains were evaluated by the grain sanity ("Blotter test") in which there was a higher incidence of *Bipolaris oryzae*, which was detected in 46.3% of grains. The second most common pathogen was *Cladosporium* sp. with a percentage of 27.2% of the grains. There was no correlation between the brown spot in the leaf of vegetative phase and the brown spot on flag leaf. The correlation between the severity of brown spot on flag leaf and grain discoloration was high and positive ($R^2 = 0.70$), indicating that the evaluation and selection of resistant plants grain discoloration can be made based on the severity of the brown spot in the flag leaf through inoculations with isolate *B. oryzae*. Assessment of brown spot (flag leaf stage, R2) using a score scale was effective in discriminating genotypes which can be complemented with a descriptive scale of injuries. BRA 02535 was the most resistant genotype and Moroberekan the most highly susceptible to brown spot of rice and grain discoloration.*

Index terms: *disease index, *Bipolaris oryzae*, *Oryza sativa*, disease severity, score scale.*

Introdução

A mancha parda, causada por *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker [Syns. *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan, *Drechslera oryzae* Breda de Haan (Subramanian)], foi relatada em todas as regiões de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) do mundo (WEBSTER; GUNNELL, 1992). O potencial da doença em causar perdas é grande, como no caso da famosa “Fome de Bengala” de 1942 ocorrida na Índia, atribuída à epidemia de mancha parda (PADMANABHAN, 1973). Na Nigéria, foram estimadas perdas entre 12% e 43%, enquanto no Sul e Sudeste da Ásia, foram em torno de 5% (SAVARY et al., 2000).

No Brasil a doença geralmente se manifesta na fase de emissão da panícula, nas duas últimas folhas, tanto no sistema de cultivo de terras altas quanto no irrigado. Porém, a doença pode ocorrer em todas as fases de desenvolvimento da cultura, podendo o patógeno infectar coleóptilos, folhas, bainhas, ráquis, glumas e espiguetas (WEBSTER; GUNNELL, 1992). Os sintomas típicos são observados desde a fase de perfilhamento até o amadurecimento, com lesões pequenas e circulares que são inicialmente de cor marrom escuro ou marrom arroxeadado. As lesões castanhas normalmente são circundadas por um halo castanho ou castanho-amarelado (Figura 1), causadas por uma toxina produzida pelo fungo (VIDHYASEKARAN et al., 1986). As espiguetas também podem ser infectadas, resultando em esterilidade ou enchimento incompleto dos grãos, reduzindo a qualidade dos mesmos. O fungo também pode penetrar nos grãos, provocando o “pecky rice”, um termo utilizado para descrever a formação de manchas e descoloração dos grãos.



Foto: Valáécia Lemes Silva-Lobo

Figura 1. Sintomas de mancha parda (*Bipolaris oryzae*) em arroz.

As sementes infectadas são a principal fonte de inóculo. O fungo pode sobreviver em restos de cultura e em plantas daninhas, fornecendo inóculo para a cultura subsequente. O patógeno é disseminado pelo vento, a temperatura ótima para a infecção varia de 25 a 30 °C e o período de molhamento foliar de 8 a 24 horas (OU, 1987). A mancha parda ocorre em áreas mal drenadas, com excesso de matéria orgânica e é favorecida também pela deficiência hídrica, principalmente no sistema de plantio direto (SAVARY et al., 2005).

Os danos devido à mancha parda são maiores quando ocorrem próximo à fase de enchimento dos grãos, na folha bandeira, podendo fornecer inóculo para a mancha de grãos (Figura 2), doença causada por um complexo de fungos, considerada como um dos principais problemas no cultivo de arroz. Além de *B. oryzae*, os patógenos associados à mancha de grãos incluem *Phoma sorghina*, *Tricochoniella padwickii* e *Microdochium oryzae* como os grandes responsáveis pela redução da produtividade e da qualidade dos grãos. A redução do peso dos grãos é principalmente atribuída à infecção de grãos por *B. oryzae*, o patógeno mais comum deste complexo (PRABHU et al., 1980). Em trabalhos realizados com 42 cultivares de arroz de sequeiro produzidos em quatro localidades

do Centro-Oeste do Brasil, *B. oryzae* apresentou, em média, 94% de frequência maior do que todos os outros fungos (SOAVE et al., 1997).



Foto: Valácia Lemes Silva-Lobo

Figura 2. Sintomas de mancha de grãos (*complexo de patógenos*) e de mancha parda nas folhas em arroz.

Várias medidas são recomendadas para o manejo dessas doenças, tais como: tratamento de sementes, uso de fungicidas, nutrição equilibrada das plantas e uso de variedades tolerantes, sendo a mais eficiente e econômica a utilização de variedades resistentes (OU, 1987).

Os primeiros trabalhos de seleção de cultivares resistentes à mancha parda foram iniciados em 1921 por Suematsu, citado por Ou (1987). A maioria das avaliações de reação varietal foi realizada em condições naturais de campo, em diferentes países como Japão, Índia, Estados Unidos entre outros (OU, 1987). No Brasil, em condições naturais de infecção, se observou algumas diferenças na diversidade varietal em relação à severidade da doença (RIBEIRO, 1977; PRABHU et al., 1996). Ainda não foram identificados genes importantes para a resistência à mancha parda, no entanto, variedades com resistência parcial e locos

de características quantitativas (QTL) para resistência à doença foram descritos (SATO et al., 2008; KATARA et al., 2010).

O melhoramento genético visando resistência à mancha parda nas folhas e à mancha de grãos requer um método seguro e preciso para identificação de fontes de resistência e de avaliação de plantas em populações segregantes, bem como a seleção de plantas resistentes com base nos sintomas nas folhas por meio de inoculação artificial. Os objetivos deste trabalho foram estabelecer critérios eficientes para avaliação da resistência à mancha parda e avaliar a relação entre a mancha parda na folha bandeira e a mancha de grãos, em condições de casa de vegetação.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e nos Laboratórios de Fitopatologia e de Análise de Sementes da Embrapa Arroz e Feijão. Foram avaliados 12 genótipos de arroz quanto a resistência à mancha parda, sendo eles: Colômbia 1, Ipeaco, Moroberekan, Kanto 51, Zenith, BRA 02535, BRS Esmeralda, BRS Tropical, BRS Jaburú, BRS Jaçanã, BRSMG Curinga e BRS Tropical. A semeadura dos genótipos foi feita em bandejas plásticas com 30x15x10 cm, contendo aproximadamente 3 kg de solo (latossolo vermelho) peneirado e adubado com NPK (5-30-15) mais sulfato de zinco. Foram plantados quatro genótipos por bandeja, sendo duas linhas de cada genótipo (10 sementes/linha). A adubação de cobertura, com 2 g de sulfato de amônio por bandeja, foi feita aos 20 dias após o plantio.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições e 12 tratamentos. A inoculação foi feita no estádio V4, pulverizando-se uma suspensão de conídios do isolado HO82 de *B. oryzae*, na concentração de 3×10^5 conídios/mL⁻¹. Após a inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida por 72 horas a uma temperatura entre 25 – 27 °C e 90% de umidade.

A severidade foi medida, fazendo-se uma avaliação no estádio V4, aos sete DAI (Dias Após Inoculação) utilizando-se uma escala de notas

de seis graus (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1976), onde: 0 = planta imune; 1 = resistente; 3 = moderadamente resistente; 5 = moderadamente suscetível; 7 = suscetível e 9 = altamente suscetível. Foi utilizada ainda a média de quatro avaliações feitas em intervalos semanais, a primeira iniciando sete DAI. Uma segunda avaliação foi feita pela contagem do número de lesões por área foliar (cm²), em quatro pontos distintos da folha.

Para avaliar a resistência de plantas adultas à mancha parda e à mancha de grãos, as plantas avaliadas no estágio vegetativo foram transplantadas para vasos com capacidade de 5 kg de solo. O delineamento experimental, o isolado e a concentração de inóculo foram os mesmos utilizados e descritos para o estágio vegetativo (V4). A inoculação, por meio da pulverização da suspensão de conídios, foi realizada na fase de grão leitoso (R2).

A severidade da mancha parda na folha bandeira foi avaliada aos sete DAI, utilizando a mesma escala de notas descrita anteriormente. Aos 12 DAI, foi feita a contagem do número de lesões por cm² na folha bandeira. A descrição das lesões foi feita pelo tipo, número, tamanho e cor das mesmas.

Aos 15 DAI, os grãos foram colhidos e avaliados de acordo com o índice de mancha de grãos. Este índice foi obtido a partir da avaliação da severidade da doença, por meio de análise visual, utilizando-se uma escala de quatro graus, em que: 0 = sem manchas; 1 = 1-25%; 2 = 26-50%; 4 = 51-75% da superfície do grão manchada. O índice de doença foi obtido pela fórmula: $ID = \frac{\sum(\text{valor de classe} \times \text{frequência de classe})}{\text{número total de grãos}}$.

A análise da mancha dos grãos foi realizada pelo método "Blotter test" (BRASIL, 2009), onde 200 grãos de cada genótipo foram distribuídos em caixas gerbox (25 grãos/caixa), com papel de filtro previamente umedecido com água destilada estéril. Em seguida, foram incubados à temperatura de 25 °C, durante sete dias, sob ciclos alternados de luz e escuro de 12 horas. Completado este período, os grãos foram examinados em microscópio estereoscópio, para identificação e quantificação dos fungos

presentes. Quando necessário, foram feitas observações em microscópio para correta identificação dos fungos. A descrição das lesões foi feita pelo tipo, número, tamanho e cor das mesmas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, análise de regressão linear e ao teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para comparação de médias.

Resultados e Discussão

Avaliação da mancha parda em folhas de arroz, na fase vegetativa

O período de incubação foi variável, com o início do desenvolvimento das lesões como manchas cloróticas entre 24 a 48 horas após a inoculação. O desenvolvimento subsequente dependeu do grau de resistência da cultivar e foi concluído em até sete DAI. Os genótipos apresentaram diferenças em relação ao desenvolvimento e ao tipo de lesão. Conforme escala de notas utilizada (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1976), os genótipos foram classificados em resistentes (nota 1) e moderadamente resistentes (nota 3), destacando-se o genótipo Kanto 51 como moderadamente resistente e os demais como resistentes (Figura 3).

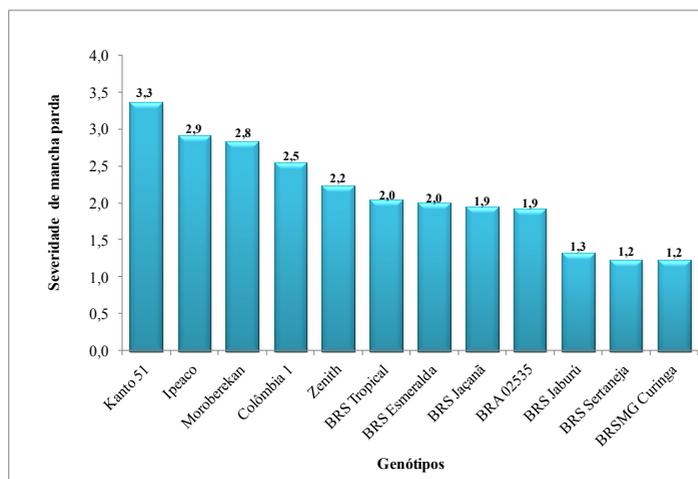


Figura 3. Severidade da mancha parda (*Bipolaris oryzae*) em folhas de diferentes genótipos de arroz, sete dias após a inoculação de plantas no estágio V4, em casa de vegetação. A severidade da mancha parda foi avaliada utilizando escala de notas (0-9).

Ao analisar a média da avaliação (média de quatro avaliações feitas em intervalos semanais, visando avaliar o comportamento da doença ao longo do tempo), foi verificado o mesmo comportamento dos genótipos obtido na avaliação feita aos sete DAI, e uma correlação linear entre estes dados desses dois tipos de avaliação, por meio do coeficiente de determinação igual a 0,82 e pelo teste t, altamente significativa ($p < 0,01$) (Figura 4).

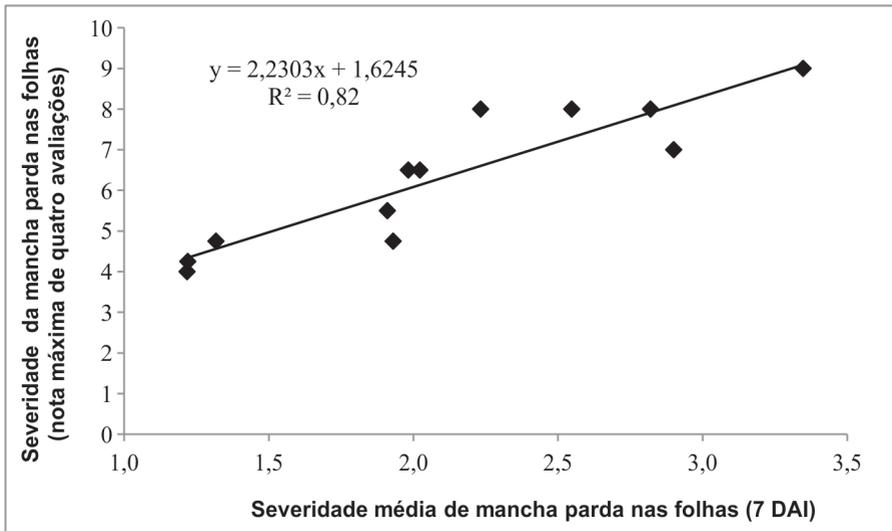


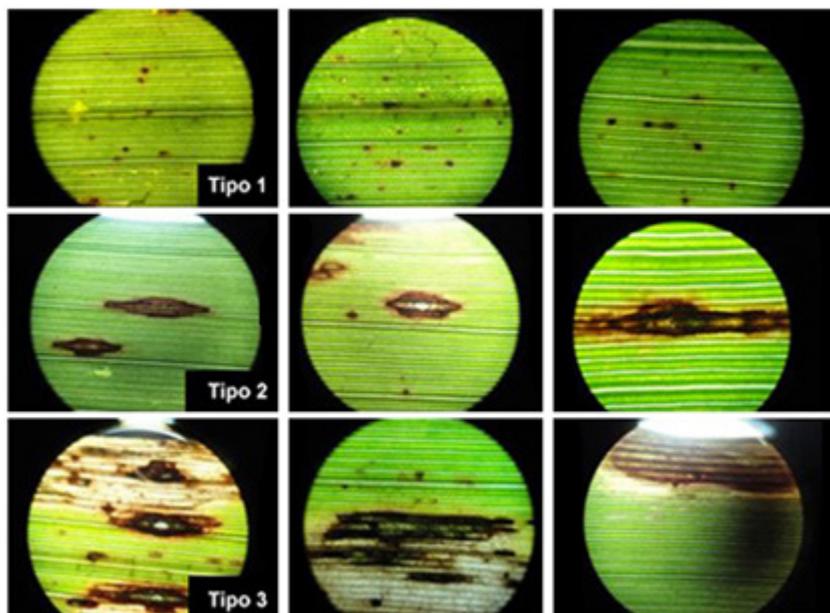
Figura 4. Relação entre a severidade média da mancha parda (*Bipolaris oryzae*) nas folhas de genótipos de arroz, avaliada aos sete DAI, e nas folhas utilizando-se a nota máxima de quatro avaliações (realizadas em intervalos semanais) em casa de vegetação.

Nas avaliações feitas durante o estágio vegetativo V4, utilizando-se a escala de notas e também a contagem do número de lesões por cm^2 em folhas, não foi possível discriminar os genótipos quanto à resistência. Estes resultados estão em concordância aos encontrados em outros estudos conduzidos por meio de inoculações artificiais em casa de vegetação (ADAIR, 1941; CHATTOPADHYAY; DICKSON, 1960; ALUKO, 1970; SOUZA et al., 1991).

O emprego do método de avaliação mais prático e rápido, com apenas uma avaliação aos sete DAI, seria o ideal para uma seleção mais rápida e eficaz de genótipos resistentes. Porém, pelos resultados apresentados nessa fase de desenvolvimento (V4), não foi possível discriminar os genótipos quanto à resistência à mancha parda do arroz.

Avaliação da mancha parda na folha bandeira

O desenvolvimento dos sintomas ocorreu até os sete DAI em todos os tratamentos. No entanto, os genótipos apresentaram diferenças em relação ao número, tamanho e tipo de lesões. O tamanho das lesões dependeu do número de sítios de infecção. Quanto maior o número de lesões menor foi o tamanho das mesmas (Figura 5). Mesmo as lesões isoladas circundadas por tecido foliar sadio apresentaram variabilidade de tamanho.



Fotos: Jordene Teixeira de Aguiar

Figura 5. Descrição dos tipos de lesões da mancha parda (*Bipolaris oryzae*) em genótipos de arroz, conforme escala de notas elaborada pelo IRRI, onde lesões tipo 1, 2 e 3 correspondem respectivamente às notas 1-3, 5-7 e 9.

Ao avaliar a severidade da doença, utilizando-se a escala de notas, observou-se a formação de cinco grupos distintos. O genótipo BRA 02535 se classificou como resistente; BRSMG Curinga, Ipeaco e BRS Sertaneja como moderadamente resistentes; Kanto 51, BRS Esmeralda e BRS Jaburú como moderadamente suscetíveis; Colômbia 1, Zenith, BRS Jaçanã e BRS Tropical como suscetíveis; e Moroberekan como altamente suscetível, conforme escala de notas (Figura 6). Não foi observada correlação entre a severidade da doença na folha bandeira (R2) e na folha na fase vegetativa (V4), porém, o genótipo Moroberekan se destacou como o mais suscetível nas duas avaliações.

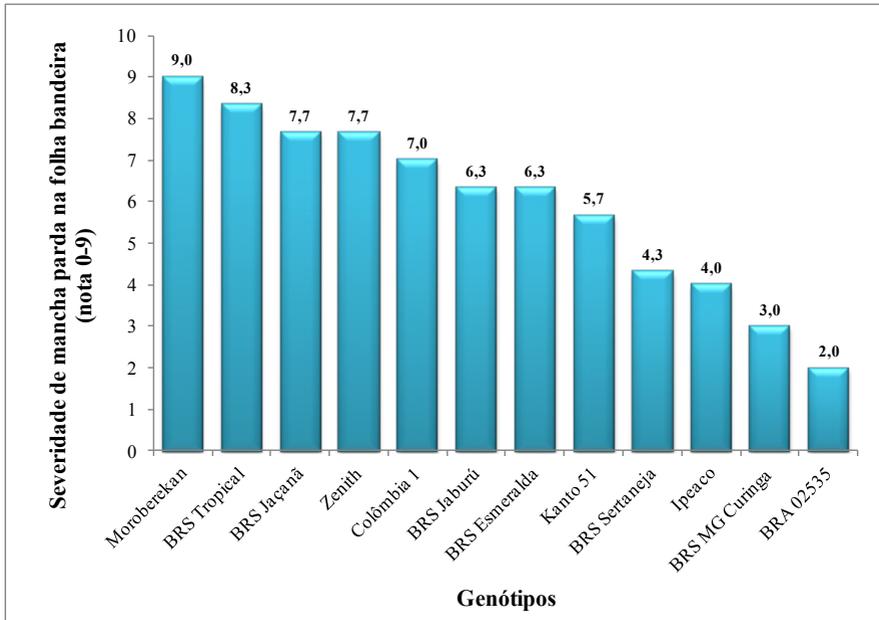


Figura 6. Severidade da mancha parda (*Bipolaris oryzae*) na folha bandeira de 12 genótipos de arroz, avaliada por meio da escala de notas (0-9).

No estágio R2 também foi realizada a contagem do número de lesões/cm² na folha bandeira, onde se verificou a formação de dois grupos distintos (Figura 7). Não houve correlação entre o número de lesões/cm² e a severidade da mancha parda na folha bandeira. No entanto, o genótipo BRA 02535 manteve-se entre os mais resistentes tanto na avaliação

pelo número de lesões/cm² quanto pela severidade da doença na folha bandeira. A cultivar Moroberekan, por sua vez, permaneceu no grupo dos suscetíveis (Figura 7).

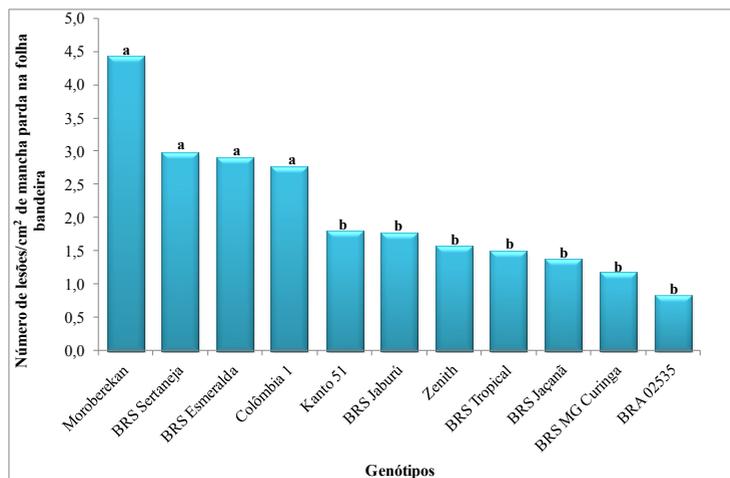


Figura 7. Média do número de lesões/cm² de mancha parda (*Bipolaris oryzae*) na folha bandeira em 12 genótipos de arroz.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Descrição dos tipos de lesões na folha bandeira

A descrição do tipo das lesões na folha bandeira pode auxiliar na discriminação dos genótipos. A expressão dos sintomas manteve-se estável sete dias após a inoculação. No entanto, os genótipos apresentaram diferenças em relação aos tipos de lesões. O tamanho das lesões variou de acordo com o genótipo, e observou-se que quanto maior o número de lesões, menor o seu tamanho. Mesmo as lesões isoladas, delimitadas por tecido foliar sadio apresentaram variabilidade de tamanho. Três tipos de lesões foram identificados (Figura 5). As lesões tipo "1" foram caracterizadas por lesões necróticas, não abertas, do tamanho de uma cabeça de alfinete e que não se expandiram. As do tipo "2" foram caracterizadas pela cor marrom escura a castanho avermelhada, de formato oval, circular ou linear, parcialmente contidas pelas nervuras. No tipo "3" as lesões eram grandes e ovais, de cor marrom claro, muitas vezes coalescendo e podendo causar a seca das

folhas. Independentemente do tamanho e número da lesão, o tipo de reação foi consistente para cada genótipo.

O genótipo Moroberekan foi considerado o mais suscetível por este critério, pois apresentou grande quantidade de lesões do tipo “3” com média de tamanho de 8,4 mm x 2,5 mm, com halo clorótico, coloração marrom escura nas bordas, distintas entre as nervuras lineares, que em poucos dias necrosou toda a folha. O centro das lesões tornou-se acinzentado devido à presença de estruturas reprodutivas do fungo (Figura 5). Segundo Webster e Gunnell (1992), lesões nas variedades suscetíveis variaram de 5 a 14 mm de comprimento e os halos cloróticos são provocados por toxinas produzidas pelo patógeno (VIDHYASEKARAN et al., 1986; MEW; GONZALES, 2002). Os genótipos BRA 02535, Ipeaco e BRSMG Curinga, classificados como resistentes e moderadamente resistentes, apresentaram mais lesões do tipo “1”, pequenas lesões na folha bandeira com o formato “cabeça de alfinete” e coloração marrom escura sem halos necrosados (Figura 5). Estes resultados corroboram com Webster e Gunnell (1992). Em tais genótipos não ocorreu aumento do crescimento das lesões na área foliar, provavelmente devido à presença de genes de resistência responsáveis por controlar essa ação do patógeno.

Outros pesquisadores avaliaram resistência à doença pela forma, número e tamanho das lesões e desenvolveram escalas de cinco a seis graus (ADAIR, 1941; ALUKO, 1970; BEDI; GILL, 1961). Adair (1941) usou cinco classes arbitrárias de 1 a 5 conforme o tamanho da lesão, porém não foram suficientes para permitir o estudo da herança genética da resistência à mancha parda, devido à falta de diferenças significativas entre genótipos resistentes e suscetíveis.

Mesmo que haja grandes diferenças entre as escalas de avaliação de doença utilizadas, o tamanho da lesão ainda é considerado um importante critério para medir a resistência a doenças foliares do arroz (OU, 1987). Este mesmo autor ressaltou a importância da idade da planta na susceptibilidade à mancha parda. As lesões claramente se manifestam em folhas de plantas adultas na fase de grão leitoso e o tamanho da lesão é positivamente correlacionado com a concentração

de esporos utilizada em testes de inoculação, devendo-se priorizar a avaliação da resistência em plantas adultas, avaliando-se a folha bandeira.

Na presente investigação ficou claro que a avaliação visando resistência à mancha parda deve ser feita no estágio reprodutivo, na folha bandeira, e que nesta fase é possível selecionar indiretamente para resistência à mancha de grãos devido à alta correlação encontrada entre a mancha parda na folha bandeira e a mancha de grãos.

Sugere-se ainda que a avaliação utilizando a escala de notas pode ser complementada pela escala descritiva do tipo de lesão na discriminação dos genótipos quanto à resistência à mancha parda.

Índice de doença e sanidade dos grãos

Na avaliação da severidade da mancha de grãos, verificou-se o menor índice de doença no genótipo BRA 02535, juntamente com os genótipos Kanto 51, Ipeaco, BRSMG Curinga e BRS Sertaneja; e o maior índice nos genótipos BRS Tropical e BRS Jaburu, os quais não diferiram de Moroberekan, BRS Jaçanã, BRS Esmeralda, Colômbia 1 e Zenith (Figura 8).

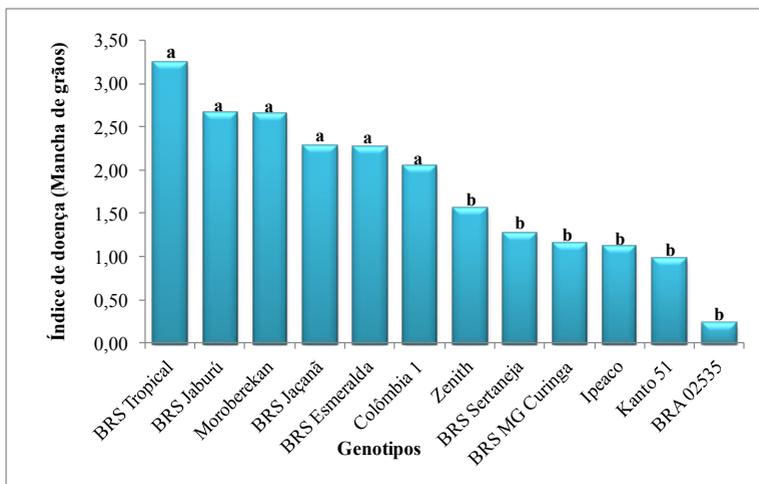


Figura 8. Índice de doença (mancha de grãos) em 12 genótipos de arroz.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Foi observada correlação linear e positiva ($p < 0,01$) entre a severidade da mancha parda na folha bandeira e o índice de mancha de grãos, com coeficiente de determinação igual a 0,70 (Figura 9). Resultados semelhantes ao observado neste estudo foram verificados por Prabhu et al. (1996) sob condições naturais de infecção no campo. No presente estudo, os resultados endossam a importância da mancha parda na folha bandeira para a infecção dos grãos. Em experimento de campo, conduzido no Estado do Pará, com seis cultivares de arroz, sob condições de alta temperatura e umidade propícias ao desenvolvimento da doença, a mancha parda nas folhas não contribuiu significativamente para a redução dos componentes de produção (PRABHU et al., 1980). No entanto, estes autores atribuíram à doença a redução no peso de grãos à infecção de grãos.

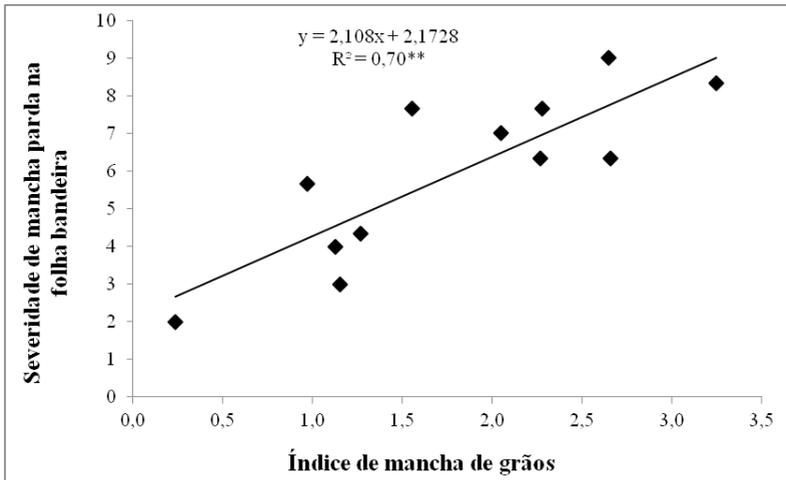


Figura 9. Relação entre a avaliação da severidade da mancha parda (*Bipolaris oryzae*) na folha bandeira e o índice de mancha de grãos em 12 genótipos de arroz.

Na Figura 10 estão apresentados os resultados da porcentagem média de grãos infectados por diferentes espécies de fungos, agentes causais da mancha de grãos, nos doze genótipos avaliados. A maior incidência entre os patógenos identificados foi de *B. oryzae*, o qual foi detectado em 46,3% dos grãos dos genótipos avaliados. O segundo patógeno mais frequente foi o fungo *Cladosporium* sp. com percentual de 27,2% dos grãos.

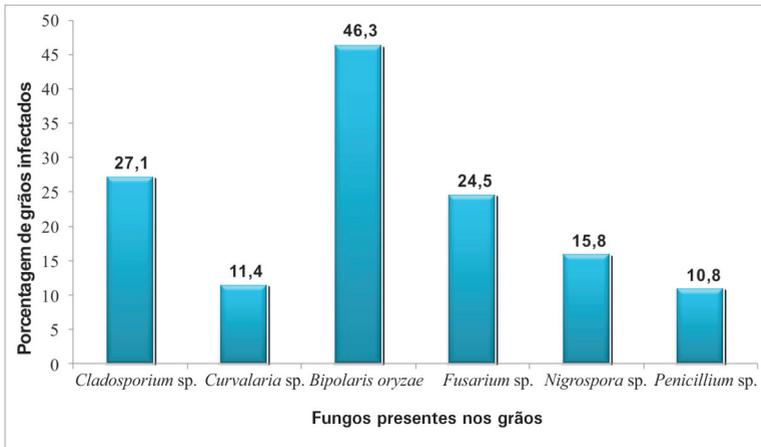


Figura 10. Porcentagem média de grãos infectados por diferentes espécies de fungos em 12 genótipos de arroz, produzidos em casa de vegetação.

Na Tabela 1 estão apresentadas as porcentagens médias de frequências máxima e mínima dos patógenos nos grãos infectados. Moroberekan foi o genótipo que apresentou a maior incidência de *B. oryzae*, com porcentagem média de 76,5%, o que pode explicar a alta suscetibilidade em todas as avaliações feitas quanto à resistência à mancha parda. Para o fungo *Cladosporium* sp., o genótipo BRA 02535 foi o que apresentou a maior incidência, com porcentagem média de 47,50%.

Tabela 1. Incidências máxima e mínima de fungos causadores de manchas em grãos de diferentes genótipos de arroz.

Fungo	Genótipo	> Incidência %	Genótipo	< Incidência %
<i>Bipolaris oryzae</i>	Moroberekan	76,5	BRS Sertaneja	21,5
<i>Cladosporium</i> sp.	BRA 02535	47,5	BRS Jaburú	7,5
<i>Fusarium</i> sp.	BRS Tropical	32,5	BRS Esmeralda	9,5
<i>Nigrospora</i> sp.	BRS Sertaneja	32,5	BRSMG Curinga	3,0
<i>Curvularia</i> sp.	BRS Jaçanã	19,5	Moroberekan	0,5

Conclusões

A seleção para resistência à mancha parda deve ser realizada na folha bandeira.

A seleção para resistência à mancha de grãos pode ser feita indiretamente pela seleção de resistência à mancha parda na folha bandeira.

Na fase reprodutiva, o genótipo BRA 02535 foi identificado como resistente e Moroberekan como altamente suscetível à mancha parda do arroz.

O uso da escala de notas pode ser complementado pelo uso de uma escala descritiva dos sintomas.

Não houve correlação entre a severidade da mancha parda na folha na fase vegetativa e a severidade da mancha parda na folha bandeira.

Referências

ADAIR, C. R. **Inheritance in rice of reaction to *Helminthosporium oryzae* and *Cercospora oryzae***. Washington: United States Department of Agriculture, 1941. 18 p. (USDA. Technical bulletin, 772).

ALUKO, M. O. The measurement of brown leaf spot in rice. **PANS**, London, v. 16, n. 1, p. 76-81, Mar. 1970.

BEDI, K. S.; GILL, H. S. Relative reaction of different varieties of rice to the brown leaf spot disease in the Punjab. **Indian Phythopathology**, New Delhi, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1961.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.

CHATTOPADHYAY, S. B.; DICKSON, J. G. Relation of nitrogen to disease development in rice seedlings infected with *Helminthosporium oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 50, n. 6, p. 434-438, June 1960.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. Los Baños, 1976. 64 p.

KATARA, J. L.; SONAH, H.; DESHMUKH, R. K.; CHAURASIA, R.; KOTASTHANE, A. S. Molecular analyses of QTLs associated with resistance to brown spot in rice (*Oryza sativa* L.). **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v. 70, n. 1, p. 17-21, Feb. 2010.

MEW, T. W.; GONZALES, P. **A handbook of rice seedborne fungi**. Los Baños: International Rice Research Institute, 2002. 83 p.

OU, S. H. **Rice diseases**. 3rd ed. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1987. 368 p.

PADMANABHAN, S. Y. The great Bengal famine. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 11, p. 11-26, 1973.

PRABHU, A. S.; LOPES, A. de M.; ZIMMERMANN, F. J. P. Infecção da folha e do grão de arroz por *Helminthosporium oryzae* e seus efeitos sobre os componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p. 183-189, abr. 1980.

PRABHU, A. S.; SOAVE, J.; ZIMMERMAN, F. J. P.; FILIPPI, M. C.; SOUZA, N. R. G.; CURVO, R. C. V.; LOPES A. M.; SOBRAL, C. A. M.; FERREIRA, R. P.; KOBAYASHI, T.; GALVÃO, E. U. P. Genetic variability for disease resistance in Brazilian upland rice germplasm. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 6, p. 413-424, jun. 1996.

RIBEIRO, A. S. Teste de resistência à "mancha parda" (*Helminthosporium oryzae*) em cultivares de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, 7., 1977, Porto Alegre. **Anais...** Cachoeirinha: IRGA, 1977. p. 123-124.

SATO, H.; ANDO, I.; HIRABAYASHI, H.; TAKEUCHI, Y.; ARASE, S.; KIHARA, J.; KATO, H.; IMBE, T.; NEMOTO, H. QTL analysis of brown spot resistance in rice (*Oryza sativa* L.). **Breeding Science**, Tokyo, v. 58, n. 1, p. 93-96, Mar. 2008.

SAVARY, S.; CASTILLA, N.; ELAZEGUI, F. A.; TENG, P. S. Multiple effects of two drivers of agricultural change, labor shortage and water scarcity, on rice pest profiles in tropical Asia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 91, n. 2/3, p. 263-271, Feb. 2005.

SAVARY, S.; WILLOCQUET, L.; ELAZEGUI, F. A.; TENG, P. S.; DU, P. V.; ZHU, D.; TANG, Q.; HUANG, S.; LIN, X.; SINGH, H. M.; SRIVASTAVA, R. K. Rice pest constraints in tropical Asia: characterization of injury profiles in relation to production situations. **Plant Disease**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 341-356, Mar. 2000.

SOAVE, J.; PRABHU, A. S.; RICCI, M. T. de T.; BARROS, L. G. de; SOUZA, N. R. G.; CURVO, R. V. C.; FERREIRA, R. P.; SOBRAL, C. A. M. Etiologia de manchas de sementes de cultivares de arroz de sequeiro no Centro-Oeste brasileiro. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 122-127, 1997.

SOUZA, N. R. G.; CURVO, R. V. C.; PRABHU, A. S.; BARROS, L. G. de. Ocorrência e severidade de doenças do arroz de sequeiro no Estado do Mato Grosso. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. p. 483-509. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 25).

VIDHYASEKARAN, P.; BORROMEO, E. S.; MEW, T. W. Host-specific toxin production by *Helminthosporium oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 76, n. 3, p. 261-266, Mar. 1986.

WEBSTER, R. K.; GUNNELL, P. S. **Compendium of rice diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1992. 86 p.

