**MANCHAS DE GRÃOS EM ARROZ OCASIONADAS PELOS
FUNGOS *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma
sorghina*: DANOS SEGUNDO O ESTÁDIO VEGETATIVO DA
PLANTA, RESISTÊNCIA VARIETAL E CONTROLE QUÍMICO**

VANDA MARIA ANGELI MALAVOLTA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **IVAN PAULO BEDENDO**

Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de
Concentração: Fitopatologia

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Janeiro - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Malavolta, Vanda Maria Angeli

Manchas de grãos em arroz ocasionadas pelos fungos *Bipolaris oryzae*,
Microdochium oryzae e *Phoma sorghina*: danos segundo o estágio vegetativo da
planta, resistência varietal e controle químico / Vanda Maria Angeli Malavolta. - -
Piracicaba, 1999.

65 p. : il.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Arroz 2. Controle químico 3. Doença de planta 4. Fungicida 5. Fungo
fitopatogênico 6. Mancha de grão 7. Resistência à doença I. Título

CDD 633.18

Ao meu esposo Valdemar, pelo incentivo

Aos meus filhos Eduardo e Silvia, pela compreensão

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ivan Paulo Bedendo, pela atenciosa orientação.

Ao Pesquisador Científico Valdemar Atílio Malavolta Júnior, do Instituto Biológico, pelo auxílio na condução dos experimentos e revisão dos originais.

Ao Pesquisador Científico Toshio Igue, do Instituto Agrônômico, pela valiosa orientação durante a realização das análises estatísticas.

À Dra. Marlene Silva Freire, do Banco Ativo de Germoplasma da EMBRAPA, e ao Pesquisador Científico Cândido Ricardo Bastos, do Instituto Agrônômico, pelo fornecimento de sementes de cultivares de arroz.

Ao Dr. Anne Sitarama Prabhu, do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão da EMBRAPA, pelo fornecimento de isolado de fungo.

Ao Pesquisador Científico Paulo Roberto Mariotto, do Instituto Biológico, pelo auxílio na avaliação dos experimentos.

À funcionária Zélia Brasilino, do Instituto Biológico, pelo auxílio nas inoculações realizadas e na avaliação dos experimentos.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos durante o Curso de Pós-Graduação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Sintomatologia e patógenos envolvidos.....	3
2.2. Ocorrência no Brasil.....	6
2.3. Danos ocasionados.....	8
2.4. Produção de inóculo.....	10
2.5. Métodos de controle.....	11
2.5.1. Variedades resistentes / tolerantes.....	11
2.5.2. Medidas culturais.....	12
2.5.3. Controle químico.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Obtenção e manutenção dos isolados.....	16
3.2. Preparo e concentração de inóculo.....	17

3.3. Preparo de vasos.....	17
3.4. Relação entre época de infecção e dano.....	18
3.5. Avaliação de cultivares quanto à resistência a manchas de grãos.....	21
3.6. Controle químico.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Relação entre época de infecção e dano.....	25
4.2. Avaliação de cultivares quanto à resistência a manchas de grãos.....	41
4.3. Controle químico.....	49
5. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Nomes científicos atuais de alguns patógenos causadores de manchas de grãos em arroz e seus sinônimos.....	5
Tabela 2. Fungicidas e doses utilizados nos experimentos de controle químico de manchas de grãos em arroz causadas pelos fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i>	23
Tabela 3. Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios apresentados pela cultivar IAC 101, após inoculação com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i> , em 5 épocas de infecção referentes a diferentes estádios vegetativos das plantas.....	26
Tabela 4. Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios apresentadas pela cultivar IAC 165, após inoculação com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i> , em 5 épocas de infecção referentes a diferentes estádios vegetativos das plantas.....	27
Tabela 5. Coeficientes de correlação simples obtidos entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios, após inoculações realizadas em plantas de arroz das cultivares IAC 101 e IAC 165, em condições de casa de vegetação, com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i>	37
Tabela 6. Índices de Severidade da Doença relativos a manchas de grãos apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/florescimento, com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i>	42

Tabela 7. Porcentagens de Grãos Cheios apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/ florescimento, com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i>	46
Tabela 8. Efeito de fungicidas na severidade de manchas em grãos de arroz e na porcentagem de grãos formados, aplicados dois dias antes das inoculações realizadas com <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i> , utilizando-se a cultivar IAC 101 no estágio de emissão de panícula/ florescimento.....	50

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios apresentados pelas cultivares IAC 101 e IAC 165, após inoculações com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Microdochium oryzae</i> e <i>Phoma sorghina</i> , e aplicação de água (testemunha), em cinco diferentes épocas de infecção.....	28
Figura 2. Sintomas apresentados pelas panículas das cultivares IAC 101 e IAC 165, após inoculações realizadas com o fungo <i>Bipolaris oryzae</i> nas épocas de infecção emborrachamento tardio, panícula parcialmente emergida, panícula totalmente emergida/ florescimento, grão leitoso e grão farináceo. À direita, panícula de planta-testemunha, não inoculada.....	29
Figura 3. Sintomas apresentados pelas panículas das cultivares IAC 101 e IAC 165, após inoculações realizadas com o fungo <i>Microdochium oryzae</i> nas épocas de infecção emborrachamento tardio, panícula parcialmente emergida, panícula totalmente emergida/ florescimento, grão leitoso e grão farináceo. À direita, panícula de planta-testemunha, não inoculada.....	30
Figura 4. Sintomas apresentados pelas panículas das cultivares IAC 101 e IAC 165, após inoculações realizadas com o fungo <i>Phoma sorghina</i> nas épocas de infecção emborrachamento tardio, panícula parcialmente emergida, panícula totalmente emergida/ florescimento, grão leitoso e grão farináceo. À direita, panícula de planta-testemunha, não inoculada.....	31
Figura 5. Correlação entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso e Porcentagem de Grãos Cheios das cultivares IAC 101 e IAC 165, obtidas após inoculações realizadas com o fungo <i>Bipolaris oryzae</i> em diferentes estádios do ciclo vegetativo das plantas.....	38

Figura 6. Correlação entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso e Porcentagem de Grãos Cheios das cultivares IAC 101 e IAC 165, obtidas após inoculações realizadas com o fungo <i>Microdochium oryzae</i> em diferentes estádios do ciclo vegetativo das plantas.....	39
Figura 7. Correlação entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso e Porcentagem de Grãos Cheios das cultivares IAC 101 e IAC 165, obtidas após inoculações realizadas com o fungo <i>Phoma sorghina</i> em diferentes estádios do ciclo vegetativo das plantas.....	40
Figura 8. Índices de Severidade da Doença (ISD) relativos a manchas de grãos apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/ florescimento, com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Phoma sorghina</i> e <i>Microdochium oryzae</i>	43
Figura 9. Porcentagens de Grãos Cheios apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/ florescimento, com os fungos <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Phoma sorghina</i> e <i>Microdochium oryzae</i>	47
Figura 10. Efeito de fungicidas na severidade de manchas em grãos, aplicados dois dias antes das inoculações realizadas com <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Phoma sorghina</i> e <i>Microdochium oryzae</i> , utilizando-se a cultivar de arroz IAC 101 no estágio de emissão de panícula/ florescimento.....	51
Figura 11. Efeito de fungicidas na porcentagem de grãos formados, aplicados dois dias antes das inoculações realizadas com <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Phoma sorghina</i> e <i>Microdochium oryzae</i> , utilizando-se a cultivar de arroz IAC 101 no estágio de emissão de panícula/ florescimento.....	51

**MANCHAS DE GRÃOS EM ARROZ OCASIONADAS PELOS FUNGOS
Bipolaris oryzae, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*: DANOS
SEGUNDO O ESTÁDIO VEGETATIVO DA PLANTA, RESISTÊNCIA
VARIETAL E CONTROLE QUÍMICO**

Autor: VANDA MARIA ANGELI MALAVOLTA

Orientador: PROF. DR. IVAN PAULO BEDENDO

RESUMO

Com o objetivo de determinar qual o estágio vegetativo de plantas de arroz nos quais a infecção pelos fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina* ocasiona os maiores danos, inoculações foram realizadas nas cultivares IAC 101 e IAC 165 com os três patógenos, nos estádios de emborrachamento tardio, panícula parcialmente emergida, panícula totalmente emergida / florescimento, grão leitoso e grão farináceo. Os resultados mostraram que, independentemente do patógeno e da cultivar considerados, os maiores danos, tanto devido à severidade de manchas nos grãos como à redução no peso e à formação dos grãos estão sempre associados às infecções mais precoces, limitadas até o período do florescimento. Coeficientes de correlação simples obtidos entre as variáveis Índice de Severidade de Doença (ISD) x Peso e ISD x Porcentagem de Grãos Cheios mostraram que na cultivar IAC 101 correlações significativas foram observadas para os fungos *B. oryzae* e *P. sorghina*, e na cultivar IAC 165 para os fungos *M. oryzae* e *P. sorghina*, mostrando que esses patógenos foram responsáveis pela diminuição da produção, em peso e em número de grãos.

A avaliação de 32 cultivares comerciais quanto à resistência a manchas de grãos ocasionadas por *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina* foi realizada em casa de vegetação, através de inoculações realizadas com esses três fungos, separadamente.

Os resultados mostraram que, considerando os três patógenos empregados, as cultivares Araguaia, Caiapó, Cica 8, Guarani, IAC 25, IAC 101, Metica 1 e Rio Paranaíba se destacaram por apresentar baixos índices de severidade de doença, e as cultivares Caiapó, BR IRGA 409 e CICA 8 por apresentar altas porcentagens de grãos cheios. Somente as cultivares Caiapó e CICA 8 apresentaram baixos valores de ISD e altas porcentagens de grãos cheios, simultaneamente.

A eficiência de 7 fungicidas, aplicados por pulverização na época do florescimento, no controle de manchas de grãos em arroz ocasionadas pelos fungos *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina* foi avaliada em ensaios conduzidos em casa de vegetação, com a cultivar IAC 101. O melhor controle de *B. oryzae* foi obtido com o produto procloraz. Para o controle de *M. oryzae* os melhores fungicidas foram procloraz, tebuconazole, azoxystrobin, trifenil acetato de estanho e clorotalonil. Para *P. sorghina*, procloraz foi o único produto entre os utilizados a apresentar Índice de Severidade da Doença significativamente menor que a testemunha, embora não tenha diferido estatisticamente de trifenil acetato de estanho, clorotalonil, tricyclazole e mancozeb.

**RICE GRAIN DISCOLORATION CAUSED BY
Bipolaris oryzae, *Microdochium oryzae* and *Phoma sorghina*:
LOSSES ACCORDING GROWTH VEGETATIVE STAGE, VARIETAL
RESISTANCE AND CHEMICAL CONTROL**

Author: VANDA MARIA ANGELI MALAVOLTA

Adviser: PROF. DR. IVAN PAULO BEDENDO

SUMMARY

To determine which growth vegetative stage is more susceptible to *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* and *Phoma sorghina* infections, rice plants of IAC 101 and IAC 165 cultivars were artificially inoculated in the pre-heading, parcial heading, flowering, milk and soft-dough stages. The results showed that the losses due to grain spot severity, weight and filled grains reductions were most severe when rice was inoculated in the earlier stages, limited until the flowering. Correlation coefficient between disease severity index (ISD), weight and filled grains showed that significant values were observed in the infections caused by *B. oryzae* and *P. sorghina* in the IAC 101 cultivar and caused by *M. oryzae* and *P. sorghina* in the IAC 165 cultivar.

The resistance of 32 rice cultivars against *B. oryzae*, *M. oryzae* and *P. sorghina* were evaluated by artificial inoculations with each of the fungi, separately. The results showed that the cultivars Araguaia, Caiapó, CICA 8, Guarani, IAC 25, IAC 101, Metica 1 and Rio Paranaíba showed lower ISD, and the cultivars Caiapó, BR IRGA 409 and CICA 8 showed higher percentage of filled grains to the pathogens employed. Only Caiapó and CICA 8 presented both low ISD and high percentage of filled grains simultaneously.

Fungicide sprays were applied in IAC 101 cultivar at the flowering stage to control *B. oryzae*, *M. oryzae* and *P. sorghina* associated to rice grain discoloration.

Considering *B. oryzae*, the lowest grain disease severity index were found in the treatment with prochloraz; considering *M. oryzae*, in the treatments with prochloraz, tebuconazole, azoxystrobin, stannic triphenil acetate and chlorothalonil. Only prochloraz was effective against *P. sorghina*, although no significant differences were observed among prochloraz, stannic triphenil acetate, chlorothalonil, tricyclazol and mancozeb.

1. INTRODUÇÃO

O arroz constitui um dos mais importantes alimentos vegetais do homem, sendo fundamental para os habitantes das regiões tropicais com clima úmido, onde outros cereais não apresentam bons rendimentos. A produção mundial de cereais em 1996 foi de 2,04 trilhões de toneladas, tendo o arroz e o trigo apresentado as maiores produções, de 562 e 584 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 1996).

No Brasil, a produção de arroz é de aproximadamente 11 milhões de toneladas, insuficiente para atender a demanda nacional, tendo nosso país deixado de ser auto suficiente nos últimos anos, importando atualmente cerca de 11% do nosso consumo (CONAB, 1998; IBGE, 1996). A área ocupada com a cultura do arroz é de aproximadamente 4,5 milhões de hectares, e produtividade de 2565 kg/ha. (IBGE, 1996). Essa baixa produtividade deve-se ao fato de que cerca de 2/3 de nossas culturas são conduzidas sob condições de sequeiro, o que acarreta problemas inerentes a esse tipo de cultivo, como más condições de manejo da cultura, probabilidade de má distribuição de chuvas e maior incidência de doenças.

Entre os principais problemas que afetam atualmente a cultura do arroz no Brasil, tanto em condições de cultivo irrigado como de sequeiro, encontra-se a doença conhecida genericamente como mancha de grãos ou mancha de glumas.

Essa doença, de etiologia complexa, foi considerada problema de menor importância até meados da década de 70. Entretanto, a partir daquela época, vem assumindo progressivamente posição de destaque dentre os problemas fitossanitários que afetam a cultura do arroz, com seu agravamento nos anos 80, em todas as regiões produtoras do Brasil, principalmente Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Vários patógenos são comumente associados aos sintomas de manchas

de grãos. Entre eles, os mais comuns e que ocorrem com maior frequência são *Bipolaris oryzae*, *Pyricularia grisea*, *Phoma sorghina*, *Microdochium oryzae*, *Alternaria padwickii*, *Alternaria* spp., *Curvularia lunata* e *Nigrospora oryzae*.

A incidência de manchas de grãos ocorre no período compreendido entre o florescimento e a maturação, caracterizando-se inicialmente pelo aparecimento de pequenos pontos escuros, que podem se desenvolver cobrindo extensas áreas das glumas. Essas manchas podem ficar restritas às glumas, bem como podem atingir internamente os grãos. Como consequência, as plantas podem apresentar panículas mal granadas e grãos de baixa densidade ou gessados, além de ocorrer perdas na colheita e/ou no beneficiamento e redução da qualidade do produto.

O problema provocado pelas manchas de grãos torna-se particularmente sério quando incide em campos de produção de sementes, obrigando o descarte de muitos lotes devido ao fato de que a maioria dos agentes causais pode ser transmitida pelas sementes. Estes patógenos podem reduzir a germinação e o vigor das sementes, podendo ocasionar também redução no desenvolvimento das plântulas.

Procurando fornecer subsídios para estabelecimento de estratégias de controle deste importante problema, foram conduzidos trabalhos com objetivos de:

- 1) relacionar a época de infecção, dentro de diversos estádios vegetativos da planta, com os danos ocasionados por três dos principais fungos manchadores de grãos - *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Schoemaker, *Microdochium oryzae* (Hashioka & Yokogi) Samuels & Hallett e *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch & van Kesteren ;
- 2) avaliar cultivares de arroz quanto à resistência a esses patógenos;
- 3) determinar fungicidas que sejam eficientes no seu controle.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sintomatologia e patógenos envolvidos

Entre as doenças que incidem nos cultivos de arroz, as manchas de grãos constituem um problema comum, e que vem ocorrendo há muito tempo em diversos países produtores (Groth et al., 1991; Ou, 1985; Padwick, 1950).

Sua ocorrência é verificada desde o período de florescimento até a maturação dos grãos, e se caracteriza por manchas nas glumas, que variam de pequenos pontos escuros a extensas áreas que podem atingir até 100% de sua superfície. Essa descoloração pode ficar restrita às glumas, ou atingir internamente os grãos (IRRI, 1978; Ou, 1985). Dentro desse período de ocorrência de manchas de grãos de arroz, não se conhece exatamente o estágio vegetativo da planta onde a infecção acarreta maiores danos. O único trabalho relativo a este assunto é o de Fazli & Schroeder (1966), que trata exclusivamente de infecção por *Bipolaris oryzae*, agente causal da mancha parda, e que mostrou como mais severas as infecções ocorrentes no florescimento e estágio leitoso dos grãos. Esse autores, entretanto, não avaliaram os danos decorrentes da infecção pré-florescimento.

Plantas com esse tipo de infecção podem apresentar má granação e grãos de baixa densidade ou gessados, que resultam em perdas na colheita ou no beneficiamento. Mesmo quando as manchas são superficiais, restritas às glumas, são altamente prejudiciais por afetarem a qualidade do produto, reduzindo seu valor comercial (Soave et al., 1984).

A doença manchas de grãos é de etiologia complexa e envolve geralmente vários gêneros de fungos ocorrendo simultaneamente. Entre esses fungos,

alguns sofreram reclassificações quanto ao gênero e espécie a que pertencem, resultando no emprego de diversos nomes para o mesmo patógeno. Na Tabela 1 estão apresentados esses fungos, com os nomes atualmente mais aceitos e seus sinônimos, eventualmente ainda empregados por alguns autores. No presente trabalho serão sempre utilizados os nomes atuais de cada patógeno, independentemente do utilizado pelos diversos autores nos seus respectivos trabalhos.

Na maior parte dos casos, como já referido anteriormente, diversos patógenos podem ocorrer simultaneamente, ocasionando manchas de grãos. Um dos primeiros relatos foi feito nos Estados Unidos por Tullis (1936), que isolou diversos fungos de grãos manchados, relatando a ocorrência de *Alternaria* spp., *Curvularia lunata*, *Alternaria padwickii*, *Phoma* spp., *B. oryzae*, *Fusarium* spp., *Cladosporium herbarum*, *Nigrospora oryzae*, *Helicoceras oryzae* e outros não identificados. Outros autores como Kimura¹, Marchionatto² e Ganguly³, citados por Padwick (1950), também isolaram diversos fungos de grãos de arroz, assinalando, além dos já anteriormente citados, *Phoma sorghina*, *Epicoccum* sp. e *Gibberella fujikuroi*. Martin (1939) isolou, a partir de grãos manchados, os fungos *B. oryzae*, *Fusarium* sp., *A. padwickii*, *Nigrospora* sp. e predominantemente *C. lunata*, citado como agente causal do "grão preto".

Após esses primeiros relatos, muitos trabalhos foram e continuam sendo realizados visando a detecção e identificação de fungos causadores de manchas de grãos em arroz.

Cerca de 700 amostras de grãos foram analisadas (IRRI, 1978) quanto à presença de fungos nas glumas e no endosperma, e os fungos predominantes, tanto externa quanto internamente, foram *Alternaria* sp., *Fusarium* spp. e *Nigrospora* sp. Foi verificado também que *Alternaria* sp. foi o fungo que mais facilmente conseguiu penetrar no endosperma, tendo sido constatado internamente em cerca de 42,6% das sementes examinadas.

A patogenicidade de alguns fungos associados com manchas de grãos

¹ KIMURA, K. On the relation of fungi to discoloured rice seeds. *Forsch. Geb. Pflkrankh.*, v.3, p.209-233, 1937.

² MARCHIONATTO, J.B. El "manchado" de los granos de arroz y los hongos que lo acompañan. *Rev. argent. agron.*, v. 10, p. 114-116, 1943.

³ GANGULY, D. Helminthosporium disease of paddy in Bengal. *Sci. & Culture*, v. 12, p. 220-223, 1946.

Tabela 1. Nomes científicos atuais de alguns patógenos causadores de manchas de grãos em arroz e seus sinônimos.

***Alternaria padwickii* (Ganguly) Ellis ¹**

Trichoconis padwickii Ganguly

Trichoconiella padwickii (Ganguly) Jain

Trichoconis caudata (Appel & Strunk) Clements

***Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Schoemaker ²**

Helminthosporium oryzae Breda de Haan

Drechslera oryzae (Breda de Haan) Subramanian & Jain

***Microdochium oryzae* (Hashioka & Yokogi) Samuels & Hallett ³**

Rhynchosporium oryzae (Hashioka & Yokogi)

Gerlachia oryzae (Hashioka & Yokogi) Gams & Muller

***Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenb. & van Kesteren ⁴**

Phoma glumarum Ellis & Tracy

Phoma glumicola Speg.

Phoma insidiosa Tassi

Phyllosticta glumarum (Ellis & Tracy) Miyake

Phyllosticta glumicola (Speg.) Hara

Phyllosticta oryzicola Padw.

***Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. ⁵**

Pyricularia oryzae Cavara

Referências: ¹ Ellis & Holliday (1972).

² Alcorn (1988); Rossman et al. (1987); Schoemaker (1959).

³ Rossman et al. (1987); Samuels & Hallett (1983).

⁴ Anahosur & Sivanesan (1978); Boerema et al. (1971, 1973); Punithalingam & Holliday (1972).

⁵ Rossaman et al. (1990); Singh (1997); Yaegashi & Udagawa (1978).

foi avaliada nas variedades IR22 e IR 36, inoculadas na fase de florescimento com os patógenos *C. lunata*, *Phoma* -sp. e *B. oryzae*, *Fusarium solani*, *A. padwickii*, *Alternaria tenuis* e *N. oryzae*. O grau de severidade de manchas nos grãos foi sempre alto, excetuando-se o fungo *N. oryzae* que apresentou grau de severidade baixo (IRRI, 1984).

Na Indonésia, a crescente importância das manchas de grãos foi relatada por Castano et al. (1991), principalmente em cultivos de sequeiro em solos ácidos. Levantamento dos patógenos envolvidos mostrou a presença de 20 gêneros de fungos, sendo *B. oryzae* e *Phoma* sp. os predominantes, em amostras com nível de infecção de 30 a 60 %.

Mancha de glumas em arroz também foi citado por Singh et al. (1978) como um problema que vem assumindo sérias proporções na Índia, em áreas de altitude elevada. Dentre os patógenos relacionados à doença, *Phoma sorghina* foi o que apresentou mais frequentemente associação com a mesma.

Às vezes, um único gênero aparece como responsável pelas manchas, e nesse caso a doença recebe um nome específico, dependendo do agente causal, como por exemplo brusone - ocasionada por *Pyricularia grisea* , mancha parda - *Bipolaris oryzae* , queima das glumelas - *Phoma sorghina*, "stackburn disease"- *Alternaria padwickii*, cárie - *Tilletia barclayana*, falso carvão - *Ustilaginoidea virens*, grão preto - *Curvularia lunata*, etc... (Martin, 1939; Ou, 1985; Misra et al., 1994; Prabhu & Bedendo, 1982; Ribeiro, 1989).

A ocorrência de manchas de grãos em arroz pode ter sua severidade agravada por injúrias ocasionadas por insetos, ventos fortes ou tempestades (Groth et al., 1991; Ou, 1985). Entre os insetos relacionados à doença são citadas as espécies *Leptocorisa oratorius*, *Menida varipennis*, *Erysacoris ventralis* e *Nezara viridula* (IRRI, 1984), ou ainda *Oebalus pugnax* (Groth et al., 1991).

2.2. Ocorrência no Brasil

A ocorrência de manchas de grãos vem aumentando nos últimos anos

no Brasil, tendo assumido posição de doença economicamente importante devido à maior suscetibilidade da maioria das cultivares atualmente em uso. Nos últimos anos, entre as doenças mais importantes do arroz na região sul do Brasil, as manchas de glumas estão em segundo lugar, logo depois da brusone (EMBRAPA, 1993). No Estado de Tocantins, as manchas de grãos foram consideradas em 1996 como o problema fitossanitário de maior importância (Santos et al., 1996).

A maior suscetibilidade a manchas de grãos das cultivares atualmente utilizadas foi relatada por Ribeiro (1989) , particularmente das cultivares BR IRGA 409, 410, 412, 413 e 414 em relação às cultivares tradicionais, anteriormente utilizadas no Rio Grande do Sul.

Na microrregião do Alto Purus, Acre, a ocorrência de manchas nos grãos ocasionadas por *P. grisea*, *M. oryzae*, *C. lunata*, *B. oryzae*, *Ustilaginoidea virens* e *Phoma* sp. foi relatada por Cardoso (1980).

Em Goiás, regiões de Unai, Goiânia e Cristalina, e no Distrito Federal, lavouras de arroz apresentaram consideráveis prejuízos devido a fungos fitopatogênicos. Urban & Wetzel (1980) constataram, nas sementes procedentes destes locais, alta porcentagem de infecção por *P. sorghina* e *B. oryzae*, sendo que as porcentagens de infecção por *P. sorghina* variaram de 85 a 99% conforme a cultivar considerada.

Nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul vem aumentando nos últimos anos a incidência de manchas dos grãos, devido à infecção principalmente pelos fungos *Phoma* sp. e *A. padwickii* (Amaral, 1987) e por *P. sorghina* e *B. oryzae* (Souza et al., 1987; Souza et al., 1994).

Em cinco municípios dos Estados de Mato Grosso e Rondonia, Soave et al. (1997) constataram a incidência de diversos patógenos como agentes causais de manchas em sementes. Entre eles, *B. oryzae*, *P. sorghina* e *M. oryzae* apresentaram os maiores coeficientes de correlação entre sua incidência nas sementes e a ocorrência de manchas. Outros fungos como *Nigrospora* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* spp., *Epicoccum* sp., *P. grisea* e *A. padwickii* apresentaram esporadicamente correlação com manchas, sendo considerados como fungos manchadores ocasionais de sementes de arroz.

Costa (1991) relatou uma crescente incidência de *A. padwickii* e *C. lunata* em sementes de arroz irrigado nos Estados de Goiás e Tocantins.

No Estado de Tocantins, considerado o terceiro maior produtor de arroz no Brasil, foi relatada por Santos et al. (1994) a alta incidência do fungo *B. oryzae*, ocasionando grandes prejuízos à qualidade dos grãos, principalmente na cultivar Metica 1, a mais cultivada naquela região. Nesse mesmo Estado, Santos & Santos (1995) constataram, na safra 1994/95, incidência média de 33,8% de manchas de grãos nas cultivares Metica 1 e Javaé, em três locais produtores de arroz.

Também no Estado de Minas Gerais, Ribeiro & Tanaka (1984) relataram as manchas de glumas, ocasionadas por *P. sorghina* e *B. oryzae*, isoladamente ou em associações com outros fungos, como problema fitossanitário da cultura do arroz naquele Estado.

Em São Paulo, na região do Vale do Paraíba, Soave et al. (1984) relataram a ocorrência dos fungos *M. oryzae*, *Phoma* spp., *A. padwickii* e *B. oryzae* ocasionando descoloração e perda de peso em sementes de arroz. Recentemente, levantamento realizado por Kruppa et al. (1998) veio confirmar a alta incidência de *M. oryzae*, *Phoma* sp. e *A. padwickii* nos campos de produção de sementes básicas e certificadas de arroz daquela região.

2.3. Danos ocasionados

A extensão dos sintomas ocasionados pela incidência dos fungos manchadores de grão varia grandemente de acordo com o patógeno predominante, condições climáticas e localidade (Ou, 1985). Entretanto, poucos trabalhos foram realizados visando quantificar os danos decorrentes da incidência de manchas nos grãos.

Um dos relatos mais impressionantes foi feito por Padmanabhan (1973), que descreveu perdas de até 91% na produção do arroz devido à infecção por *B. oryzae* no ano de 1942, em Bengala, sob condições climáticas extremamente favoráveis à doença, o que veio causar a morte de aproximadamente 2 milhões de

pessoas devido à escassez desse alimento, episódio que ficou conhecido como a “grande fome de Bengala”.

Gutiérrez (1960) relatou a ocorrência do fungo *M. oryzae* na Costa Rica, ocasionando principalmente deformação de flores e esterilidade de panículas, além de eventualmente provocar manchas nas glumas.

Através de inoculações artificiais realizadas com *B. oryzae* nas panículas da cultivar Bluebonnet, durante a floração e o estágio leitoso dos grãos, Fazli & Schroeder (1966) induziram diminuição de 23% no número de grãos. Trabalhando com esse mesmo patógeno, Prabhu et al. (1980) obtiveram uma perda estimada variável de 18 a 82% no número de grãos cheios por panícula, e de 12 a 30% no peso dos grãos, dependendo da cultivar considerada.

Aluko (1975) observou que infecção das plantas por *B. oryzae* ocasionou perdas na produção variáveis de 12 a 43 %, redução de 22 a 29% no número de grãos e acréscimo de até 27 % no número de glumas vazias.

Estimativa de danos devido à queima das glumelas (*P. sorghina*) em 3 diferentes campos, durante um ano epidêmico, variaram de 29 a 45%, considerando o peso de 100 panículas, e de 0 a 14%, considerando o rendimento de engenho (Prabhu & Bedendo, 1988).

Existem também diversos trabalhos mostrando o efeito da incidência de manchas de grãos em arroz decorrentes da infecção conjunta por vários fungos, sobre alguns componentes da produção. Soave et al. (1984), avaliando 36 progênies de arroz quanto a manchas nas sementes, verificaram a presença de sete patógenos, sendo que os mais nocivos, considerando-se a descoloração e a conseqüente perda de peso de sementes, foram *M. oryzae*, *Phoma* spp., *A. padwickii* e *B. oryzae*. A porcentagem de perda de peso variou de 2,6 a 32,4 conforme a progênie. Singh et al. (1978) observaram em duas cultivares de arroz, redução de 47 a 70 % no peso de 100 grãos e redução de 17 a 20 % no número de grãos por panícula, valores variáveis conforme o progressivo aumento da severidade de manchas nas glumas. Zulkifli et al. (1991) observaram que, para severidade de manchas nas glumas variando de 1 a 100 %, houve redução de 18 % no número de grãos cheios e de 26 % no peso de grãos.

2.4. Produção de Inóculo

Os estudos de resistência varietal e de avaliação de patogenicidade de isolados muitas vezes são realizados através de inoculações artificiais. Uma das dificuldades encontradas nesse tipo de estudo é a obtenção de isolados esporulantes, particularmente de *B. oryzae* e *P. sorghina*, que apresentem produção intensa de conídios.

No caso particular de *B. oryzae*, aparentemente há um sistema fotoquímico envolvido no desenvolvimento dos conidióforos. Kumagai (1983) e Leach (1961) relataram que *B. oryzae* não produz conídios quando cultivado em meio de batata-dextrose-agar sob escuro total, sendo necessária a alternância de períodos de luz de comprimento de onda próximo a ultra violeta (NUV), que induz a formação de conidióforos, e escuro, que induz a formação de conídios. Leach (1961) afirmou também que a duração desses ciclos alternados de luz NUV e escuro deve ser de 8 a 12 horas.

Hau & Rush (1980) também relataram a necessidade de alternância de luz e escuro para esporulação de *B. oryzae* em seis diferentes meios de cultura, apontando como mais eficiente a alternância de 12h de luz negra com 12 h de escuro.

Diversos meios de cultura, temperaturas de incubação, regimes de luz e períodos de incubação foram avaliados por Massola Júnior & Bedendo (1993), procurando determinar as melhores condições para esporulação e manutenção da patogenicidade dos conídios de *B. oryzae*. Os resultados obtidos por esses autores mostraram que o fungo *B. oryzae* produziu maiores quantidades de esporos quando cultivado em meio BDA + peptona, e incubado durante 10 dias à temperatura de 27 °C, sob escuro contínuo.

A capacidade de formação de picnídios de 2 isolados do gênero *Phoma* foi estudada por Coelho et al. (1997), utilizando diversos meios de cultura, em regime de alternância luminosa (12 h claro/ 12 h escuro) e temperatura de 25 ± 2°C, durante período de 12 dias. Foi observado que aveia-agar ou batata-dextrose-agar foram os melhores indutores de esporulação, variando conforme o isolado considerado.

2.5. Métodos de Controle

Entre as medidas de controle recomendadas para manchas de grãos de arroz estão a adoção de práticas culturais preventivas, tais como utilização de cultivares mais resistentes ou tolerantes e adubação equilibrada, e complementarmente, a aplicação de fungicidas (EMBRAPA, 1993; Ribeiro, 1989).

2.5.1. Variedades resistentes/tolerantes

O controle das manchas de grãos no arroz vem sendo recomendado principalmente através do uso de cultivares com maior nível de resistência / tolerância.

A seleção de materiais resistentes a manchas de grãos vem sendo intensamente realizada na Índia, onde esse problema é considerado de maior importância, juntamente com a brusone e a queima das bainhas (Bashar et al., 1990; Shashidhar et al., 1988; Subramanian & Sivasubramanian, 1987).

No Brasil, Santos et al. (1996) realizaram no Estado do Tocantins a avaliação de 61 genótipos de arroz quanto à resistência a manchas de grãos, considerada a mais importante doença da cultura naquele Estado, e seus resultados mostraram que todas as cultivares apresentaram manchas nos grãos, em maior ou menor grau de severidade.

A resistência a patógenos de sementes foi avaliada por Soave et al. (1984) em 36 progênies de arroz irrigado, nos municípios de Tremembé e Pindamonhangaba, Estado de São Paulo, ficando evidenciado que apenas 7 progênies apresentaram comportamento superior, do ponto de vista da resistência, ao apresentado pela cultivar comercial utilizada como controle.

Ensaio semelhante foi conduzido por Soave et al. (1987) com 8 cultivares de sequeiro procedentes dos municípios de Canarana, Jaciara e Lucas do Rio Verde, todos no Estado de Mato Grosso. Esses autores observaram que *B. oryzae*, *Phoma* sp., *M. oryzae*, *Curvularia* spp., *A. padwickii*, *Cladosporium* sp. e *Epicoccum* sp.

foram os fungos mais freqüentes nas amostras examinadas e que a presença de *Phoma* sp. foi correlacionada com manchas de sementes nos 3 locais e *B. oryzae* somente em 1 local. Observaram também que a cultivar Guarani se destacou por apresentar grãos menos manchados, e as cultivares IAC 47, IAC 76-43 e IAC 165 por grãos medianamente manchados.

Souza & Zambolim (1987) avaliaram a reação de 49 cultivares de arroz ao fungo *P. sorghina*, agente causal da queima das glumelas, utilizando um isolado procedente do Estado de Mato Grosso e outro do Mato Grosso do Sul. Seus resultados mostraram que somente uma cultivar apresentou reação de resistência aos dois isolados utilizados.

Posteriormente, em estudos com 40 cultivares e linhagens de arroz efetuados nos municípios de Jaciara e Lucas do Rio Verde, ambos no Estado de Mato Grosso, Souza et al. (1995) detectaram como mais resistentes a manchas de grãos os genótipos CNA 7680, Guarani e CNA 6710.

Embora a incidência dos fungos manchadores de grãos seja mais grave a partir da fase de pós-emborrachamento das plantas, muitas vezes a avaliação da resistência das cultivares é feita na fase inicial da cultura, através de reações foliares aos patógenos. É o caso de experimento realizado por Prabhu & Bedendo (1986), que avaliaram 200 cultivares de arroz, incluindo germoplasma nacional e introduzido no país, quanto à resistência ao fungo *M. oryzae*, verificando que apenas 10 delas exibiram resistência em relação às demais.

2.5.2. Medidas culturais

Ribeiro (1984) recomenda, para as condições do sul do país, a semeadura em época normal, evitando os plantios tardios, onde o final do ciclo das plantas coincidiria com períodos mais frios, o que aumenta a agressividade dos patógenos envolvidos, e conseqüentemente os danos deles decorrentes. Contrariamente, nas condições do Estado de Mato Grosso, Souza et al. (1994) recomenda o plantio tardio, a partir da segunda quinzena de dezembro, como forma de

diminuir os danos causados por manchas de grãos.

O efeito benéfico da sílica na redução da incidência de manchas de grãos em arroz de sequeiro foi verificado por Yamauchi & Winslow (1987), que obtiveram decréscimos de aproximadamente 30% na incidência de manchas, quando 400 kg / ha de silicato de sódio foi aplicado antes da semeadura. Prabhu et al. (1996) estudaram o efeito de 5 doses de sílica (SiO_2) no aumento da resistência de 48 genótipos de arroz às manchas de grãos ocasionadas por *B. oryzae*, *P. sorghina* e outros fungos, demonstrando que a severidade média de manchas dos grãos nos genótipos diminuiu de forma exponencial com o aumento das doses de sílica.

2.5.3. Controle químico

O controle químico de manchas de grãos em arroz geralmente só mostra efeitos positivos em casos de ataques muito intensos. Por esse motivo, deve ser feito de forma restrita e acompanhado de estudos econômicos que indiquem a relação custo / benefício (EMBRAPA, 1993).

Dentre os produtos registrados para a pulverização da parte aérea da cultura do arroz constam clorotalonil, mancozeb, tebuconazole, hidróxido de trifênil estanho, acetato de trifênil estanho e ziram, efetivos contra a mancha parda – *Bipolaris oryzae*, segundo as recomendações de registro. Não existem produtos registrados e recomendados para o controle de queima das glumelas – *P. sorghina* e escaldadura – *M. oryzae* (Andrei, 1996; Kimati et al., 1997).

Poucos trabalhos foram realizados no Brasil visando o controle dos fungos manchadores de grãos, em condições de campo. Tanaka (1982) verificou o efeito de pulverizações com fungicidas na parte aérea do arroz de sequeiro sobre a sanidade das sementes. Todos os produtos empregados reduziram a incidência de *P. grisea*, *Curvularia* sp., *Phoma* spp. e *Nigrospora oryzae* nas sementes. Entretanto, não foi avaliado o efeito desses fungicidas sobre as manchas em grãos produzidas por esses fungos.

O efeito de fungicidas no controle de manchas de grãos em arroz foi

avaliado por Costa (1989). Os resultados mostraram que, em função dos parâmetros de sanidade, foram eficientes clorotalonil, mancozeb, propiconazole, tiofanato metílico, tiofanato metílico + clorotalonil e tiofanato metílico + mancozeb. Com relação à produtividade, apenas mancozeb e tiofanato metílico + mancozeb foram superiores à testemunha.

Ribeiro (1996) estudou a eficiência de fungicidas, aplicados por pulverização nas fases de emborrachamento tardio e na floração, sobre a qualidade sanitária das sementes colhidas. Os resultados permitiram observar a eficiência de propiconazole, fentin hidróxido, diniconazole, imibenconazole, mancozeb e isoprotiolane no controle de *M. oryzae*; mancozeb, imibenconazole e fentin hidróxido no controle de *Phoma* sp. e *C. lunata*; tricyclazol + mancozeb no controle de *N. oryzae*. Entretanto, mesmo nos melhores tratamentos para o controle dos patógenos presentes nas sementes não se encontrou boa relação com os sintomas nas plantas e produtividade.

Estudo semelhante foi realizado por Malavolta & Takada (1997), através da aplicação de pulverizações fungicidas nas mesmas épocas. Seus resultados mostraram que os produtos mais eficientes na redução do índice de danos ou severidade das manchas nos grãos foram procloraz, tebuconazole, trifenil hidróxido de estanho, kasugamicina + trifenil acetato de estanho e tricyclazol. Os patógenos que ocorreram com maior frequência foram *Phoma* sp., *A. padwickii* e *M. oryzae*.

Diversos trabalhos vem sendo realizados em outros países, principalmente na Índia, sobre o controle químico de fungos manchadores de grãos em arroz. Pulverizações fungicidas com mancozeb no estágio de grão leitoso foram efetivas no controle de manchas de grãos ocasionadas por *B. oryzae*, *Phoma* sp. e *C. lunata* (Duraisamy & Mariappan, 1988). Resultado semelhante foi obtido por Deka et al. (1996), que relataram que pulverizações com mancozeb e propiconazole no emborrachamento e no florescimento constituíram o melhor controle de manchas de grãos ocasionadas pelos fungos *B. oryzae*, *A. padwickii*, e outros dos gêneros *Curvularia*, *Nigrospora* e *Fusarium*.

Outros trabalhos foram realizados visando o controle químico de um único patógeno. Swain et al. (1990) apresentaram resultados de ensaios de controle

de *M. oryzae*, onde o uso de carbendazim, tiofanato metílico e maneb propiciaram redução média na incidência da doença de até 53%, e aumento médio na produtividade de até 40 % em relação ao controle não pulverizado. Das (1995) também avaliou o efeito de fungicidas sobre o fungo *M. oryzae*, relatando que tiofanato metílico, carbendazin, edifenphos e iprobenphos propiciaram controle da doença variável de 56,8 a 44,4 %.

Existem também diversos trabalhos mostrando a eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de arroz, visando o controle desses fungos. Lasca et al. (1983) mostraram a eficiência de benomyl, thiram e carboxin no controle de *Phoma* sp., embora não tenha se refletido sobre a germinação. Valarini et al. (1988) verificaram a eficiência de iprodione, iprodione + thiram e guazatine + imazalil no controle de *B. oryzae*. Prabhu & Vieira (1989) observaram o aumento da germinação e diminuição da transmissão do patógeno em sementes de arroz naturalmente infectadas por *B. oryzae*, após tratamento realizado com carboxin-M, carboxin e thiram + triadimenol. Sartorato et al. (1990) estudaram a ação de benomyl, iprodione e captan no controle de *P. sorghina*, verificando sua eficiência tanto através da redução da incidência como da severidade do fungo nas sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção e manutenção dos isolados

Isolados dos fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina* foram obtidos de grãos de arroz naturalmente infectados e apresentando manchas, procedentes de culturas comerciais do Estado de São Paulo.

Para isolamento desses patógenos, grãos de arroz foram colocados em placas de Petri contendo 3 folhas de papel de filtro umedecido, e a seguir incubados por aproximadamente 7 dias, a 20°C, sob condições de alternância de 12h de luz do dia e 12h de escuro. Após esse período, os grãos foram examinados ao estereomicroscópio para visualização das frutificações dos fungos. Com uma agulha, conídios de *B. oryzae* e *M. oryzae*, e picnídios de *P. sorghina*, foram transferidos para meio ágar-água contido em placas de Petri, para desenvolvimento de colônias fúngicas. Após um período de incubação de aproximadamente 5 dias, a 20°C e condições de escuro, foram realizadas repicagens a partir dos bordos das colônias desenvolvidas em ágar-água para tubos de ensaio contendo BDA. Os isolados obtidos foram mantidos temporariamente sob refrigeração a 4°C. Após cada ensaio, novos isolamentos foram realizados a partir dos grãos das plantas inoculadas, de maneira a preservar a patogenicidade dos isolados através da passagem pelo hospedeiro.

Foi ainda utilizado em alguns experimentos o isolado de *B. oryzae* registrado como HO 82-2, fornecido pela EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão, obtido de culturas de arroz do Estado de Goiás, e que vinha sendo conservado desidratado em papel de filtro. Esse isolado, embora procedente de outro Estado, foi utilizado pela sua alta patogenicidade e excepcional capacidade de

esporulação.

3.2. Preparo e concentração do inóculo

Através de ensaios preliminares foram determinadas as condições de luz, meio de cultura e período de incubação mais favoráveis para a produção massal de conídios dos três patógenos utilizados como inóculo, tomando-se como referência trabalhos realizados anteriormente por Coelho et al. (1997), Hau & Rush (1980) e Massola Júnior & Bedendo (1993).

A partir dos resultados desses ensaios preliminares, os inóculos de *B. oryzae* foram preparados em meio batata-dextrose-agar (BDA) + peptona (1%), incubados por 7 dias a 25-27°C, em regime alternado de 12h luz negra (black light) / 12h escuro; os de *Microdochium oryzae* em meio BDA, incubados por 10 dias a 25-27°C, em regime alternado de 12h luz do dia (growth lux) / 12h escuro; os de *P. sorghina* em meio aveia - ágar, incubados por 20 dias a 25-27°C, em regime alternado de 12h luz negra / 12h escuro

A concentração de conídios/mL foi variável conforme o fungo empregado. Para *B. oryzae* essa concentração de inóculo foi de 10^4 e para *M. oryzae* e *P. sorghina* de 10^6 conídios/mL, conforme anteriormente utilizado por diversos autores que trabalharam com esses patógenos, em inoculações artificiais em plantas de arroz (Malavolta et al., 1992; Massola & Bedendo, 1993; Souza et al., 1988; Souza & Zambolim, 1987). A padronização foi feita utilizando-se contagem em hematócitolômetro, acrescentando-se Tween 20 à suspensão de conídios, para mantê-los uniformemente dispersos .

3.3. Preparo de vasos

Foram utilizados vasos plásticos, com capacidade volumétrica de 7 litros, de maneira a propiciar um bom desenvolvimento das plantas até o final do ciclo.

O preparo do solo utilizado como substrato foi feito misturando-se 9 partes de terra argilosa, 4 partes de areia grossa e 1 parte de esterco curtido. A adubação de pré semeadura foi feita pela incorporação ao solo de 5,0g / vaso da mistura 20-60-30 de NPK, equivalente ao dobro da recomendação básica de adubação para a cultura do arroz em condições de campo. Também foram efetuadas 2 adubações nitrogenadas em cobertura, aos 15 e 35 dias após a semeadura, utilizando-se sulfato de amônio na dosagem de 0,5g/vaso.

Foram semeadas 6-8 sementes/vaso, e quando as plântulas estavam com 2-3 folhas foi efetuado um desbaste, de maneira a serem mantidas 4 plantas/vaso.

3.4. Relação entre época de infecção e dano

Experimentos foram realizados em casa de vegetação para relacionar diferentes épocas de infecção com os danos ocasionados por *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*, visando determinação da(s) época(s) que acarreta(m) os maiores danos aos grãos.

Como a incidência de manchas de grãos ocorre tanto no sistema de cultivo irrigado como de sequeiro, foram utilizadas as cultivares de arroz IAC 101 e IAC 165, predominantes atualmente no Estado de São Paulo nos dois sistemas de cultivo, respectivamente. O plantio da cultivar IAC 101 (ciclo 130-140 dias) foi realizado em 18/12/96 e da cultivar IAC 165 (ciclo 108-120 dias) em 30/12/96, visando que as duas cultivares atingissem a fase reprodutiva simultaneamente.

Nestes experimentos foram utilizados como inóculo, separadamente, isolados obtidos desses 3 patógenos, procedentes de culturas comerciais de arroz do Estado de São Paulo. O preparo dos inóculos foi feito conforme descrito no item 3.2.

Anteriormente à inoculação, as plantas de cada vaso foram submetidas a uma poda, de forma a uniformizar o número de perfilhos por vaso e o estágio de desenvolvimento das plantas.

As inoculações foram realizadas no período de 14/03/97 a 22/04/97, em cinco diferentes épocas, correspondentes aos estádios vegetativos das plantas

compreendidos entre o pré-florescimento e a maturação de grãos, a saber: 1) emborrachamento tardio, aproximadamente 8 dias antes do florescimento; 2) panícula parcialmente emergida; 3) panícula totalmente emergida ou florescimento; 4) estágio de grão leitoso; 5) estágio de grão farináceo.

A inoculação no estágio de emborrachamento tardio foi feita através de injeção de 1 mL de suspensão de conídios no cartucho floral. As inoculações nos outros 4 estádios de desenvolvimento das plantas foram realizadas nas panículas, através de pulverização com suspensão de conídios + Tween 20 a 0,02%, até próximo do ponto de escorrimento, utilizando-se pulverizadores manuais. Nas plantas testemunha foi aplicada água, quando utilizado o método de injeção, ou água + Tween 20 a 0,02%, quando usado o método de pulverização.

Após a inoculação, as plantas ficaram em câmara úmida por 48h. Cada câmara foi constituída por uma armação de alumínio com dimensões de 180x140x80cm coberta com filme plástico, sendo utilizada uma câmara para cada fungo empregado ou para a testemunha. Após esse período de 48h, as plantas foram mantidas em casa de vegetação coberta com tela plástica reguladora da luminosidade (sombrite), de forma a reduzir a insolação e evitar temperaturas excessivamente altas. A umidade relativa favorável ao desenvolvimento da infecção foi mantida pela pulverização contínua de água através de bicos pulverizadores, tendo-se o cuidado de não promover o molhamento direto das plantas. Dados referentes à temperatura e umidade relativa máxima e mínima diárias foram registrados durante todo o período compreendido entre o início das inoculações e a colheita dos experimentos.

As diversas combinações entre as 2 cultivares empregadas e os 3 fungos ou testemunha constituíram experimentos diferentes. O delineamento estatístico dentro de cada experimento foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos representados pelos 5 estádios vegetativos onde ocorreram as inoculações e 5 repetições. Os tratamentos-testemunha estádios 2 a 5 constaram de 2 repetições. A unidade experimental foi representada por 1 vaso contendo 5 panículas.

A colheita dos experimentos ocorreu em 08/05/97, quando os grãos estavam totalmente maduros. A avaliação foi feita em cada parcela tomando-se como parâmetros o peso total da produção da parcela, incluindo glumas vazias, a

porcentagem de grãos cheios e a severidade de manchas nos grãos. A severidade de manchas nos grãos foi determinada em amostra constituída por 100 grãos, utilizando-se a escala de Prabhu & Bedendo (1988), ligeiramente modificada, onde: 0= sem sintoma, 1= glumas com manchas pequenas, tipo "pinhead", 2= manchas atingindo até 25% da superfície do grão, 3= manchas atingindo de 26 a 50% da superfície do grão, 4= manchas atingindo mais de 50% da superfície do grão. A partir dos dados de severidade de manchas nos grãos, foi calculado o índice de severidade da doença, através da seguinte fórmula:

$$ISD = \frac{\sum(\text{Nota} \times \text{frequência})}{n.^{\circ} \text{ total de grãos}}$$

Os dados obtidos referentes às variáveis Índice de Severidade da Doença, Peso dos grãos produzidos e Porcentagem de Grãos Cheios foram submetidos à análise de variância utilizando-se o sistema SAS - "Statistical Analysis System". A comparação das médias relativas aos diferentes estádios de inoculação foi feita pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para se comparar os diferentes experimentos dentro de um mesmo estádio de inoculação, foram calculadas as variâncias de cada experimento nos 5 diferentes estádios de inoculação. Como essas variâncias apresentaram heterogeneidade considerando um determinado estádio, foram ajustados os valores dos graus de liberdade do resíduo de cada estádio, segundo a fórmula de Satterthwaite (1946). A partir dos valores referentes aos graus de liberdade ajustados, procurou-se os valores das amplitudes estudantizadas nas tabelas pertinentes. A partir daí, foi aplicado o teste de Tukey para o cálculo dos valores das diferenças mínimas significativas, a nível de 5% de probabilidade, para comparação das médias dentro de um mesmo estádio de inoculação.

Para avaliar o grau de relação entre as 3 variáveis, coeficientes de correlação simples foram calculados entre todos os dados obtidos nas inoculações realizadas com os diferentes patógenos e nas 2 cultivares empregadas.

3.5. Avaliação de cultivares quanto à resistência a manchas de grãos

Foi avaliado o nível de resistência a manchas de grãos ocasionadas por *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina* em 32 cultivares comerciais de arroz, representativas das 3 principais regiões produtoras do Brasil. Essas cultivares, relacionadas a seguir, são recomendadas pelas Comissões Técnicas Regionais de Arroz para plantio nas respectivas regiões (Informativo, 1996).

Região Centro-Oeste (Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins) : cultivares Aliança, Araguaia, BR MS1, BR MS2, Caiapó, Carajás, Guarani, IAC 47, Metica 1 e Rio Paranaíba.

Região Sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo): cultivares IAC 25, IAC 100, IAC 101, IAC 102, IAC 165, IAC 201, IAC 202, IAC 242, IAPAR 9, PESAGRO 101, PESAGRO 102 e PESAGRO 103.

Região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul): cultivares BR IRGA 409, BR IRGA 410, BR IRGA 412, BR IRGA 417, CICA 8, EMBRAPA 6, EMBRAPA 7, EPAGRI 107, EPAGRI 108 E IR 841.

As cultivares foram plantadas em vasos em 23/09/97, conforme descrito no item 3.3., e foram inoculadas separadamente com os fungos *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*. Os inóculos foram preparados conforme descrito no item 3.2. Os isolados de *M. oryzae* e *P. sorghina* utilizados nesses experimentos foram obtidos de culturas de arroz do Estado de São Paulo. O isolado de *B. oryzae*, obtido no Estado de Goiás, foi cedido pela EMBRAPA/CNPAF.

As inoculações foram realizadas através da pulverização de suspensão de conídios nas panículas, até o ponto de escorrimento, e foram feitas periodicamente, à medida que as plantas das diversas cultivares atingiam o estágio vegetativo compreendido entre a fase de emissão de panícula e o florescimento.

As colheitas foram realizadas no final do ciclo das plantas, aos 35 dias após as inoculações, no período de 09/01/98 a 14/03/98, em data variável conforme o ciclo da cultivar. Foram avaliados a porcentagem de grãos cheios e a severidade de

manchas nos grãos em uma amostra de 100 grãos/ parcela, segundo o mesmo procedimento adotado nos experimentos descritos no item 3.4. Dados referentes à temperatura e umidade relativa máxima e mínima foram registrados durante todo o período compreendido entre o início das inoculações e a colheita dos experimentos.

Foram realizados 3 experimentos, sendo que em cada um deles foi utilizado um patógeno. O delineamento estatístico dentro de cada experimento foi inteiramente casualizado, com 32 tratamentos (cultivares) e 3 repetições.

3.6. Controle químico

Plantas de arroz da cultivar IAC 101 foram cultivadas em vasos, em condições de casa de vegetação, conforme descrito no item 3.3.

A semeadura foi efetuada em 30/12/97, 05/01/98 e 12/01/98, de maneira a se escalonar as inoculações a serem realizadas posteriormente com os fungos *M. oryzae*, *P. sorghina* e *B. oryzae* respectivamente.

Os inóculos foram preparados conforme descrito no item 3.2. e os isolados empregados foram os mesmos descritos no item 3.5.

Quando as plantas se encontravam na fase de emissão de panículas, entre o início da emissão e o florescimento, foram pulverizadas com os fungicidas relacionados na Tabela 2, na qual estão também apresentados os respectivos nomes comerciais, grupo químico a que pertencem e as doses utilizadas.

Os produtos clorotalonil, mancozeb, tebuconazole e trifenil acetato de estanho são registrados para uso na cultura do arroz, para o controle de mancha parda, causada por *B. oryzae*. Triciclazol também é produto registrado para uso na cultura, sendo um dos mais amplamente utilizados, devido sua ação específica para o controle da brusone, causada por *P. grisea*. Azoxystrobin e procloraz foram incluídos por serem produtos novos, de largo espectro de ação, e que têm sido eficazes em outras culturas no controle de um grande número de fungos patogênicos.

A avaliação de produtos para o controle de *B. oryzae*, de *M. oryzae* e de

Tabela 2 . Fungicidas e doses utilizados nos experimentos de controle químico de manchas de grãos em arroz causadas pelos fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*.

FUNGICIDAS	NOME COMERCIAL	GRUPO QUÍMICO	DOSES		
			g de i.a. / L ¹	kg de i.a. / ha ²	p.c./ ha ³
Azoxystrobin	Amistar 500 WG	estrubilurina	0,150	0,060	0,120 kg
Clorotalonil	Dacostar 500	ftalonitrila	3,750	1,500	3,000 L
Mancozeb	Dithane PM	ditiocarbamato	9,000	3,600	4,500 kg
Procloraz	Sportak 450 CE	imidazol	1,125	0,450	1,000 L
Tebuconazole	Folicur 200 CE	triazol	0,375	0,150	0,750 L
Triciclazol	Bim 750 BR	benzotiazol	0,562	0,225	0,300 kg
Trifenil Acetato de Estanho	Brestan PM	estano-orgânico	0,750	0,300	1,500 kg

¹ gramas de ingrediente ativo/L, considerando utilização de 400 L de calda/ha.

² quilogramas de ingrediente ativo/ha, segundo recomendação do fabricante.

³ produto comercial/ha.

P. sorghina constituíram três experimentos diferentes. Cada experimento constou de 8 tratamentos (7 fungicidas + testemunha) e 4 repetições. Cada tratamento, representado por 4 repetições ou 4 vasos, recebeu 14 mL de calda fungicida ou água (testemunha), equivalente à quantidade de 400L calda/ha recomendada para pulverização da cultura de arroz no campo.

A inoculação foi feita dois dias após as plantas terem sido pulverizadas com fungicidas e a testemunha pulverizada somente com água. Cada vaso, contendo 10 panículas, recebeu 12,5 mL de suspensão de conídios, de forma a se utilizar aproximadamente a mesma quantidade de suspensão de esporos utilizada nos ensaios anteriores. As concentrações de inóculo utilizadas nos experimentos foram as mesmas descritas no item 3.2. As pulverizações, tanto das caldas fungicidas como posteriormente dos inóculos, foram realizadas através da utilização de um atomizador "H AIRBRUSH" (PAASCHE AIRBRUSH CO., Chicago, Illinois), com pressão de 1,0 kgf / cm².

Após as inoculações as plantas foram mantidas em câmara úmida por 48 h, e após esse período em condições de casa de vegetação, conforme descrito no item 3.4.

Os três experimentos foram colhidos no final do ciclo fisiológico das plantas, aproximadamente 35 dias após as inoculações, no período de 22/05 a 29/05/98, escalonadamente. Foram avaliadas a porcentagem de grãos cheios e a severidade de manchas nos grãos em uma amostra de 100 grãos/ parcela, segundo o mesmo procedimento adotado nos experimentos descritos no item 3.4. Valores referentes à temperatura e umidade relativa máxima e mínima foram registrados durante todo o período compreendido entre o início das inoculações e a colheita dos experimentos.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância individualizadas para cada experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Relação entre época de infecção e dano

Durante a realização dos experimentos, no interior da casa de vegetação, as temperaturas máximas diárias variaram de 30 a 42°C (média 36,6) e as mínimas diárias de 15 a 22°C (média 17,9). A umidade relativa máxima diária variou de 70 a 87% (média 78,9) e a mínima diária de 40 a 60% (média 51,9).

Os resultados das inoculações realizadas com os fungos *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*, em diferentes estádios vegetativos das plantas de arroz cv. IAC 101 e IAC 165, encontram-se apresentados nas Tabelas 3 e 4, e na Figura 1, que engloba as 2 cultivares empregadas e as 3 variáveis consideradas. Os sintomas apresentados pelas plantas após as inoculações podem ser visualizados nas Figuras 2, 3 e 4.

Na Tabela 3 estão apresentados os dados relativos à cultivar IAC 101. Observa-se que os valores da variável Índice de Severidade da Doença (ISD) foram estatisticamente maiores nas épocas de infecção 1 e 2 para o fungo *B. oryzae*, na época 1 para *P. sorghina*, e na época 2 para *M. oryzae*.

Quanto à variável Peso de Grãos, observa-se que valores menores estatisticamente foram observados na época de infecção 1, considerando-se os fungos *M. oryzae* e *P. sorghina*, e também na época 1, sem diferir entretanto das épocas 2 e 3, quando se considera *B. oryzae*.

A variável Porcentagem de Grãos Cheios apresentou valores estatisticamente menores quando a inoculação foi feita nas épocas 1, 2 e 3,

Tabela 3. Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios apresentados pela cultivar IAC 101, após inoculação com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*, em 5 épocas de infecção referentes a diferentes estádios vegetativos das plantas.

Época de Infecção*	Índice De Severidade Da Doença (0-4)			
	<i>B. oryzae</i>	<i>M. oryzae</i>	<i>P. sorghina</i>	Testemunha
1	2.38 a B**	1.60 b C	3.22 a A	0.38 a D
2	2.20 a B	2.76 a A	2.18 b B	0.35 a C
3	1.64 b A	1.32 bc A	1.42 c A	0.50 a B
4	1.64 b A	0.76 d C	1.12 c B	0.35 a D
5	1.40 b A	1.06 cd AB	1.36 c A	0.50 a B
C.V. (%)	12,3	13,7	11,2	38,6

Época de Infecção	Peso de Grãos (g)			
	<i>B. oryzae</i>	<i>M. oryzae</i>	<i>P. sorghina</i>	Testemunha
1	9.0 c B	9.62 b B	6.22 b B	13.62 a A
2	11,6 bc B	12,80 a B	12.58 a B	18.80 a A
3	13.9 abc A	13.82 a A	12.68 a A	15.45 a A
4	17.5 a A	13.12 a A	13.38 a A	16.20 a A
5	14.6 ab A	12.98 a A	13.62 a A	17.45 a A
C.V. (%)	20,5	9,7	15,9	12,8

Época de Infecção	Grãos Cheios (%)			
	<i>B. oryzae</i>	<i>M. oryzae</i>	<i>P. sorghina</i>	Testemunha
1	53.5 b B	63.86 b B	31.00 c C	87.00 a A
2	59.9 b B	64.76 b B	65.90 b B	85.45 a A
3	60.6 b B	65.32 b B	60.40 b B	82.35 a A
4	86.8 a A	87.08 a A	79.48 a A	86.10 a A
5	88.3 a A	82.58 a A	86.88 a A	86.40 a A
C.V. (%)	7,6	7,4	9,6	4,2

* Época de infecção: 1- Emborrachamento tardio, 2- panícula parcialmente emergida, 3- panícula totalmente emergida / florescimento, 4- grão leitoso, 5- grão farináceo.

** Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro da mesma coluna, ou seguidas da mesma letra maiúscula, dentro da mesma linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios apresentados pela cultivar IAC 165, após inoculação com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*, em 5 épocas de infecção referentes a diferentes estádios vegetativos das plantas.

Época de Infecção*	Índice De Severidade Da Doença (0-4)			
	<i>B. oryzae</i>	<i>M. oryzae</i>	<i>P. sorghina</i>	Testemunha
1	2.12 a A**	1.40 a B	1.48 a AB	0.42 a C
2	1.06 b A	0.28 b A	0.56 b A	0.45 a A
3	0.84 b BC	1.60 a A	1.42 a AB	0.55 a C
4	0.74 b A	0.48 b A	0.26 b A	0.40 a A
5	1.02 b A	0.34 b B	0.28 b B	0.10 a B
C.V. (%)	27,2	31,2	38,2	35,8

Época de Infecção	Peso de Grãos (g)			
	<i>B. oryzae</i>	<i>M. oryzae</i>	<i>P. sorghina</i>	Testemunha
1	13.96 a A	13.12 bc A	16.56 ab A	17.12 a A
2	9.70 b D	14.30 bc C	18.98 a B	24.25 a A
3	13.94 a A	10.78 c A	12.12 b A	20.85 a A
4	15.40 a A	15.80 b A	16.34 ab A	18.55 a A
5	17.10 a A	20.24 a A	19.70 a A	24.20 a A
C.V. (%)	13,7	13,7	14,6	23,7

Época de Infecção	Grãos Cheios (%)			
	<i>B. oryzae</i>	<i>M. oryzae</i>	<i>P. sorghina</i>	Testemunha
1	66.78 b B	77.42 a AB	86.28 a AB	88.52 a A
2	33.36 c C	50.06 b B	87.72 a A	91.60 a A
3	56.64 b B	48.60 b B	72.18 b AB	89.85 a A
4	93.28 a A	92.22 a A	92.76 a A	85.25 a A
5	95.52 a A	93.16 a A	91.24 a A	93.70 a A
C.V. (%)	10,3	11,7	7,2	5,9

* Época de infecção: 1- Emborrachamento tardio, 2- panícula parcialmente emergida, 3- panícula totalmente emergida/ f lorescimento, 4- grão leitoso, 5- grão farináceo.

** Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro da mesma coluna, ou seguidas da mesma letra maiúscula, dentro da mesma linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

*1- Emborrachamento tardio, 2- Panícula parcialmente emergida, 3- Panícula totalmente emergida/ florescimento, 4- Grão leitoso, 5- Grão farináceo.

Figura 1. Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios apresentados pelas cultivares IAC 101 e IAC 165, após inoculações com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*, e aplicação de água (testemunha), em cinco diferentes épocas de infecção.

IAC 101

IAC 165

1 2 3 4 5

Figura 2. Sintomas apresentados pelas panículas das cultivares IAC 101 e IAC 165 após inoculações realizadas com o fungo *Bipolaris oryzae* nas épocas de infecção emborrachamento tardio (1), panícula parcialmente emergida (2), panícula totalmente emergida/ florescimento (3), grão leitoso (4), grão farináceo (5). À direita, panícula de planta-testemunha, não inoculada (T).

IAC 101 **IAC 165**

1 2 3 4 5 T

Figura 3. Sintomas apresentados pelas panículas das cultivares IAC 101 e IAC 165 após inoculações realizadas com o fungo *Microdochium oryzae* nas épocas de infecção emborrachamento tardio (1), panícula parcialmente emergida (2), panícula totalmente emergida/ florescimento (3), grão leitoso (4), grão farináceo (5). À direita, panícula de planta-testemunha, não inoculada (T).

IAC 101 **IAC 165**

1 2 3 4 5 T

Figura 4. Sintomas apresentados pelas panículas das cultivares IAC 101 e IAC 165 após inoculações realizadas com o fungo *Phoma sorghina* nas épocas de infecção emborrachamento tardio (1), panícula parcialmente emergida (2), panícula totalmente emergida/ florescimento (3), grão leitoso (4), grão farináceo (5). À direita, panícula de planta-testemunha, não inoculada (T).

independentemente do fungo considerado, demonstrando que, após o florescimento, a inoculação desses 3 patógenos pouco interfere no processo de enchimento dos grãos. Particularmente a inoculação com *P. sorghina*, quando a infecção ocorreu na época 1, promoveu uma drástica redução na porcentagem de grãos cheios, evidenciando que a cultivar IAC 101 apresenta uma maior sensibilidade à infecção precoce por *P. sorghina*.

A comparação dos diferentes experimentos dentro de uma mesma época de infecção permitiu observar que maiores valores de ISD foram observados, na época 1, nas inoculações realizadas com *P. sorghina*; na época 2, com *M. oryzae*; na época 4, com *B. oryzae*. Nas épocas 3 e 5 os três patógenos não diferiram entre si, diferindo entretanto da testemunha. Percebe-se que nenhum dos três fungos foi consistentemente mais patogênico que os demais, independentemente da época de infecção considerada. Esses dados não concordam totalmente com o observado por Soave et al. (1997), que analisando a qualidade sanitária de amostras de sementes de 42 cultivares de arroz produzidas nos Estados de Mato Grosso e Rondônia, concluíram que *B. oryzae* foi o patógeno mais importante como causador de manchas, seguido por *P. sorghina* e *M. oryzae*. É importante salientar, entretanto, que as observações realizadas por aqueles autores foram baseadas em infecções ocorrentes em condições de campo, e portanto, sem conhecimento da época definida de infecção, além de envolver isolados diferentes dos utilizados neste trabalho. Este fato torna-se relevante uma vez que variabilidade patogênica foi constatada por Souza et al. (1988) entre isolados de *P. sorghina*, e por Malavolta et al. (1992) entre isolados de *B. oryzae*.

Com relação à variável Peso, a comparação entre diferentes experimentos permitiu observar que somente nas épocas de infecção 1 e 2 houve queda significativa no peso dos grãos, quando inoculados com os 3 fungos, em relação à testemunha. Essa queda para *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina* respectivamente, foi de 34, 29 e 54% na época 1, e de 38, 32 e 33% na época 2. Observa-se também que o efeito dos três patógenos no peso dos grãos foi semelhante, não se observando diferenças significativas entre as médias obtidas para cada um deles.

O mesmo se observa com relação à variável Porcentagem de Grãos Cheios, que sofreu efeito da inoculação com os três fungos em relação à testemunha somente nas épocas 1, 2 e 3. Houve decréscimos na porcentagem de grãos cheios de 38, 27 e 64% na época 1, de 30, 24 e 23% na época 2, e de 26, 21 e 27% na época 3,

após inoculações com *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*, respectivamente. O efeito dos patógenos *B. oryzae* e *M. oryzae* na porcentagem de grãos cheios foi novamente semelhante, porém *P. sorghina* provocou as maiores reduções, considerando a época de infecção 1.

Por esses dados nota-se que, na cultivar IAC 101, mesmo infecções tardias, nas épocas correspondentes aos estádios de grão leitoso ou farináceo, podem ocasionar manchas nas glumas do arroz, sem entretanto afetar o peso dos grãos ou a porcentagem de grãos cheios.

Nos experimentos-testemunha não houve diferenças estatísticas entre as épocas de infecção em nenhuma das 3 variáveis estudadas, conforme esperado, demonstrando não haver efeito da água ou água + Tween 20 utilizada nas inoculações sobre a severidade de manchas nos grãos, peso dos mesmos ou porcentagem de grãos cheios.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados relativos à cultivar IAC 165. A variável Índice de Severidade da Doença apresentou valores estatisticamente maiores na época de infecção 1, considerando o fungo *B. oryzae*, e nas épocas 1 e 3 considerando *M. oryzae* e *P. sorghina*.

A variável Peso de Grãos apresentou valores estatisticamente menores na época 2, considerando *B. oryzae*, na época 3, sem diferir das épocas 1 e 2, considerando *M. oryzae*, e na época 3, sem diferir das épocas 1 e 4, considerando *P. sorghina*.

A variável Porcentagem de Grãos Cheios apresentou valores estatisticamente menores na época 2, considerando *B. oryzae*; nas épocas 2 e 3, considerando *M. oryzae*; e na época 3, considerando *P. sorghina*.

A comparação dos diferentes experimentos realizados com a cultivar IAC 165, dentro de uma mesma época de infecção, permitem observar que valores estatisticamente maiores de ISD, em relação à testemunha, foram observados na época 1, nas inoculações realizadas com *B. oryzae* e *P. sorghina*, seguida das realizadas com *M. oryzae*; na época 3, nas realizadas com *M. oryzae* e *P. sorghina*; e na época 5, nas realizadas com *B. oryzae*. Nas épocas 2 e 4 não foram observadas diferenças dos patógenos entre si e nem deles em relação à testemunha.

Com relação à variável Peso, diferenças significativas em relação à testemunha só foram detectadas na época de infecção 2, sendo a maior perda de peso atribuída à inoculação realizada com *B. oryzae*, da ordem de 60%, seguida da realizada com *M. oryzae* e *P. sorghina*, com perdas de 41 e 22%, respectivamente.

Com relação à variável Porcentagem de Grãos Cheios, diferiram da testemunha na época de infecção 1, as inoculações realizadas com *B. oryzae*; com redução na porcentagem de grãos cheios de 24%. Nas épocas 2 e 3, diferiram da testemunha as inoculações realizadas com *B. oryzae* e *M. oryzae*, com respectivos decréscimos de 64 e 45% na época 2, e de 37 e 46% na época 3. Nas épocas de infecção 4 e 5 não se observaram diferenças entre os três patógenos e a testemunha.

Nos experimentos-testemunha não houve diferenças estatísticas entre as épocas de infecção em nenhuma das 3 variáveis estudadas, à semelhança do observado com a outra cultivar.

Nessa cultivar IAC 165, nota-se que somente o fungo *B. oryzae* foi capaz de ocasionar manchas de glumas em infecções tardias, sem entretanto afetar as variáveis relativas à produtividade.

De maneira geral nota-se que, independentemente do patógeno e da cultivar considerados, os maiores danos, tanto devidos à severidade de manchas nos grãos como à redução no peso e à formação de grãos, estão sempre restritos às infecções mais precoces, limitadas até ao período de florescimento. Fazli & Schroeder (1966) já relataram que, para o fungo *B. oryzae*, perdas mais severas quantitativa e qualitativamente ocorreram quando as infecções foram mais precoces. Esses autores, entretanto, realizaram inoculações somente a partir do estágio de florescimento.

Os resultados apresentados graficamente na Figura 1 permitem observar que a cultivar IAC 101, quando comparada com a cultivar IAC 165, apresentou quase sempre maiores valores de ISD, caracterizando maior suscetibilidade ao manchamento dos grãos em decorrência de infecção pelos três fungos empregados.

Com relação à variável Peso, podemos observar que, para a cultivar IAC 101, tanto as épocas de infecção 1 como a 2 foram críticas com relação à perda de peso causada pelos três patógenos. Considerando *B. oryzae*, essas perdas nas

épocas 1 e 2 foram de 34 e 38%, para *M. oryzae* de 29 e 32%, e para *P. sorghina* de 54 e 33%, respectivamente. Por outro lado, a cultivar IAC 165, embora tenha apresentado perdas de peso significativas em relação à testemunha apenas quando inoculada na época de infecção 2, mostrou valores de perda de peso muito expressivos, principalmente frente aos fungos *B. oryzae* e *M. oryzae*, de 60 e 41%, respectivamente.

O mesmo se observa com relação à variável Porcentagem de Grãos Cheios, estreitamente relacionada à variável Peso. Na época de infecção 1 a cultivar IAC 101 é muito mais sensível ao chochamento de grãos, apresentando decréscimos na porcentagem de grãos cheios em relação à testemunha da ordem de 38, 27% e 64%, quando inoculada com *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*, respectivamente. Já nas épocas 2 e 3, nota-se que a cultivar IAC 165 apresentou maiores decréscimos na porcentagem de grãos formados após inoculações realizadas com *B. oryzae* e *M. oryzae*, com respectivas perdas de 63 e 45% na época 2, e de 37 e 46% na época 3.

Observando particularmente os resultados obtidos nas inoculações com o fungo *P. sorghina*, fica bastante evidente a maior suscetibilidade da cultivar IAC 101, que acarretou maiores índices de severidade da doença, menores pesos e menores porcentagens de grãos cheios em praticamente todas as épocas de infecção.

Conforme resultados deste trabalho, apresentados nas Tabelas 3 e 4, e visualizados na Figura 1, infecções na época de pré-emergência da panícula são frequentemente responsáveis pelos maiores danos. Embora as inoculações realizadas nessa época tenham sido efetuadas mediante injeção de esporos no cartucho floral, considerado um método drástico de inoculação, há evidências de que na natureza infecções nessa época possam ocorrer de forma intermitente, durante dias seguidos. Em condições de alta fonte de inóculo, e condições climáticas favoráveis, esporos podem ser levados por água livre ao interior do cartucho floral, ainda envolto pela bainha da folha bandeira. Nesses casos, a panícula já emerge infectada. É interessante portanto que, em plantios tardios, com alta fonte de inóculo proveniente de cultivos adjacentes em fases vegetativas mais adiantados, seja feita a aplicação de fungicidas na fase final do emborrachamento, visando o controle dos patógenos. Esse cuidado é importante principalmente quando houver prevalência entre os patógenos de *P. sorghina*, responsável pelos maiores danos na época de pré-emergência da

panícula.

Coeficientes de correlação simples entre as diversas variáveis estudadas estão apresentados na Tabela 5, e sua representação gráfica nas Figuras 5 a 7. Observa-se que o efeito dos patógenos apresentou certa variação conforme a cultivar considerada.

Correlações altamente significativas foram observadas entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD) x Peso, e ISD x Porcentagem de Grãos Cheios quando se considera o fungo *P. sorghina*, nas 2 cultivares estudadas, mostrando que a ocorrência de manchas nos grãos causadas por *P. sorghina* está associada com a diminuição da produção, em termos de peso e quantidade de grãos.

Considerando o fungo *B. oryzae*, essas correlações altamente significativas foram observadas somente na cultivar IAC 101, mostrando que apenas nessa cultivar o incremento na severidade de manchas nos grãos está relacionado com o progressivo decréscimo na produção. Os baixos valores observados nessas correlações na cultivar IAC 165 indicam que as manchas nos grãos permaneceram superficiais, restritas às glumas, sem interferência no peso ou no processo de formação dos grãos. Evidencia também certo grau de tolerância dessa cultivar ao fungo *B. oryzae*.

Com relação ao fungo *M. oryzae* nota-se que, na cultivar IAC 165, correlação altamente significativa foi obtida entre ISD x Peso, e correlação significativa entre ISD x Porcentagem de Grãos Cheios, evidenciando que a severidade de manchas nos grãos está associada mais diretamente com o peso dos grãos, e que a mesma tem um efeito menor sobre a formação de grãos. Na cultivar IAC 101, contrariamente, correlação altamente significativa somente foi obtida entre ISD x Porcentagem de Grãos Cheios, sendo não significativo para ISD x Peso. Isso pode significar que, na cultivar IAC 101, houve um efeito compensatório no enchimento dos grãos efetivamente formados, uma vez que não houve boa correlação entre peso e severidade da doença. Esse fato mostra uma certa tolerância da cultivar IAC 101 ao *M. oryzae*.

As correlações Peso x Porcentagem de Grãos Cheios foram altamente significativas para os 3 fungos nas 2 cultivares empregadas, excetuando-se a infecção

Tabela 5. Coeficientes de correlação simples obtidos entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios, após inoculações realizadas em plantas de arroz das cultivares IAC 101 e IAC 165, em condições de casa de vegetação, com os fungos *B. oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*.

CULTIVAR	FUNGO	ISD	ISD	PESO
		X PESO	X GRÃOS CHEIOS	X GRÃOS CHEIOS
IAC 101	<i>B. oryzae</i>	- 0,64**	- 0,70**	0,69**
	<i>Microdochium oryzae</i>	- 0,13	- 0,60**	0,44*
	<i>Phoma sorghina</i>	- 0,81**	- 0,84**	0,84**
	Testemunha	- 0,30	- 0,26	0,08
IAC 165	<i>B. oryzae</i>	- 0,15	- 0,15	0,84**
	<i>Microdochium oryzae</i>	- 0,66**	- 0,38*	0,67**
	<i>Phoma sorghina</i>	- 0,47**	- 0,51**	0,52**
	Testemunha	- 0,01	- 0,46	0,18

* significância a nível de 5% de probabilidade.

** significância a nível de 1% de probabilidade.

Figura 5. Correlação entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso e Porcentagem de Grãos Cheios das cultivares IAC 101 e IAC 165, obtidas após inoculações realizadas com o fungo *Bipolaris oryzae* em diferentes estádios do ciclo vegetativo das plantas.

** Significância a nível de 1% de probabilidade.

Figura 6. Correlação entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso e Porcentagem de Grãos Cheios das cultivares IAC 101 e IAC 165, obtidas após inoculações realizadas com o fungo *Microdochium oryzae* em diferentes estádios do ciclo vegetativo das plantas.

* Significância a nível de 5% de probabilidade.

** Significância a nível de 1% de probabilidade.

Figura 7. Correlação entre as variáveis Índice de Severidade da Doença (ISD), Peso e Porcentagem de Grãos Cheios das cultivares IAC 101 e IAC 165, obtidas após inoculações realizadas com o fungo *Phoma sorghina* em diferentes estádios do ciclo vegetativo das plantas.

** Significância a nível de 1% de probabilidade.

pelo fungo *M. oryzae* na cultivar IAC 101. Conforme discutido anteriormente, houve um provável efeito compensatório do maior desenvolvimento dos grãos formados, acarretando esse coeficiente de correlação de menor significância.

Como esperado, nenhuma correlação foi observada nos experimentos-testemunha, nos quais ocorreram índices de severidade da doença muito baixos, decorrentes provavelmente de contaminação das plantas provocadas por respingos de água no momento da rega, ou movimentação de pessoas ou insetos na casa de vegetação.

4.2. Avaliação de cultivares quanto à resistência a manchas de grãos

As condições climáticas na casa de vegetação durante a realização dos experimentos foram temperatura máxima diária variável de 25 a 38 °C (média 33,1), temperatura mínima diária de 15 a 24 °C (média 19,0), umidade relativa máxima diária de 70 a 95% (média 82,9) e umidade relativa mínima diária de 45 a 80% (média 61,1).

A classificação das cultivares, segundo o Índice de Severidade da Doença (ISD), variou conforme o patógeno considerado, como pode ser observado na Tabela 6 e na Figura 8.

Os menores valores, frente às inoculações realizadas com *B. oryzae*, foram apresentados pelas cultivares IAC 25, Caiapó, Rio Paranaíba, Araguaia, Metica 1, BR IRGA 409, CICA 8, EMBRAPA 6, IAC 101, Guarani e IR 841. Essas cultivares, de comportamento estatisticamente semelhante, apresentaram valores de ISD variáveis de 0,11 a 0,88. Da mesma maneira, frente às inoculações realizadas com *M. oryzae*, os menores valores de ISD foram apresentados pelas cultivares Caiapó, IAC 165, IAC 201, IAC 25, Rio Paranaíba, Guarani, EMBRAPA 6, BR MS 1, IAC 101, Aliança, Metica 1, Araguaia, IAC 202, BR IRGA 412, IAC 47, IR 841, BR MS 2, CICA 8, EPAGRI 107 e EMBRAPA 7, variáveis de 0,19 a 1,00. Frente às inoculações realizadas com *P. sorghina*, os menores valores de ISD foram apresentados pelas cultivares IAC 202, Caiapó, Araguaia, IAC 165, BR MS 1, IAC 201, IAC 47, Carajás,

Tabela 6. Índices de Severidade da Doença relativos a manchas de grãos apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/ florescimento com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*.

Região	Cultivar	<i>Bipolaris oryzae</i>		<i>Microdochium oryzae</i>		<i>Phoma sorghina</i>	
Centro-Oeste	ALIANÇA	1.33	cdefghij	0.60	bcdefg	0.80	abcdefghij
	ARAGUAIA	0.60	ijkl	0.64	abcdefg	0.23	hij
	BR MS 1	1.38	bcdefghij	0.49	cdefg	0.30	fghij
	BR MS 2	1.75	abcdef	0.87	abcdefg	0.90	abcdefgh
	CAIAPÓ	0.22	kd	0.19	g	0.18	ij
	CARAJÁS	1.22	defghij	1.51	ab	0.39	defghij
	GUARANI	0.81	ghijkl	0.44	defg	0.60	bcdefghij
	IAC 47	1.39	bcdefghij	0.75	abcdefg	0.32	efghij
	METICA 1	0.62	hijkl	0.63	bcdefg	0.74	abcdefghij
	RIO PARANAÍBA	0.55	jkl	0.44	defg	0.51	bcdefghij
Sudeste	IAC 25	0.11	l	0.34	efg	0.57	bcdefghij
	IAC 100	1.30	cdefghij	1.14	abcdef	0.86	abcdefghi
	IAC 101	0.80	ghijkl	0.59	bcdefg	0.49	cdefghij
	IAC 102	1.46	abcdefghi	1.38	abc	0.95	abcdef
	IAC 165	1.54	abcdefg	0.26	fg	0.26	ghij
	IAC 201	2.23	ab	0.33	efg	0.31	fghij
	IAC 202	1.09	efghijk	0.70	abcdefg	0.16	j
	IAC 242	1.50	abcdefgh	1.43	ab	0.69	bcdefghij
	IAPAR 9	1.07	efghijk	1.15	abcdef	1.39	a
	PESAGRO 101	1.19	defghij	1.57	a	0.99	abcde
	PESAGRO 102	1.20	defghij	1.26	abcde	0.93	abcdefg
	PESAGRO 103	1.21	defghij	1.15	abcdef	1.04	abcd
Sul	BR IRGA 409	0.72	ghijkl	1.30	abcd	0.82	abcdefghij
	BR IRGA 410	1.28	cdefghij	1.26	abcde	1.06	abcd
	BR IRGA 412	2.15	abc	0.72	abcdefg	0.93	abcdefg
	BR IRGA 417	1.80	abcde	1.25	abcde	0.86	abcdefghi
	CICA 8	0.74	ghijkl	0.96	abcdefg	0.46	cdefghij
	EMBRAPA 6	0.79	ghijkl	0.48	cdefg	1.12	abc
	EMBRAPA 7	1.05	efghijk	1.00	abcdefg	1.19	ab
	EPAGRI 107	2.33	a	0.97	abcdefg	0.55	bcdefghij
	EPAGRI 108	2.02	abcd	1.44	ab	1.13	abc
	IR 841	0.88	fghijkl	0.86	abcdefg	0.85	abcdefghi
CV (%)		22,6		29,9		32,6	

Médias seguidas da mesma letra, dentro da mesma coluna, não diferem estatisticamente (Tukey 5%).

Figura 8. Índices de Severidade da Doença (ISD) relativos a manchas de grãos apresentados por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/ florescimento com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma shorgina*.

CICA 8, IAC 101, Rio Paranaíba, EPAGRI 107, IAC 25, Guarani, IAC 242, Metica 1, Aliança e BR IRGA 409, variáveis de 0,16 a 0,82.

Por esses dados apresentados, as cultivares Araguaia, Caiapó, CICA 8, Guarani, IAC 25, IAC 101, Metica 1 e Rio Paranaíba se destacaram por apresentar baixos valores de ISD aos três patógenos.

Esse comportamento da cultivar Guarani vem confirmar relato de Souza et al. (1995), sobre experimento no qual foi observado a resistência dessa cultivar à mancha de grãos causadas principalmente por *P. sorghina* e *B. oryzae*. Vem confirmar também resultado obtido por Soave et al. (1987), que destacou a cultivar Guarani, dentre outras oito cultivares plantadas em Mato Grosso, por apresentar a menor incidência de manchas nos grãos provocadas por diversos fungos, entre os quais *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*.

A resistência relativa da cultivar Guarani ao fungo *M. oryzae* foi anteriormente relatada por Prabhu & Bedendo (1990), que verificaram ser essa cultivar mais resistente quando comparada a outras duas cultivares melhoradas de arroz, em ensaios para verificação da resistência foliar ao patógeno *M. oryzae*. Por outro lado, os baixos índices de manchas de grãos apresentados pela cultivar Araguaia frente aos fungos *B. oryzae* e *P. sorghina* apresentam discordância dos dados relatados por Souza (1991), que mostraram essa cultivar como uma das mais suscetíveis, dentre 39 cultivares de arroz testadas em condições de campo.

Considerando particularmente as reações apresentadas pelas 32 cultivares frente às inoculações com *P. sorghina*, observa-se que as cultivares IAC 25, IAC 47 e IAC 165 estão incluídas no grupo das cultivares que apresentaram menores ISD. Esses dados confirmam resultados obtidos por Souza & Zambolim (1987), que relataram anteriormente a resistência de IAC 25 e IAC 165, após inoculações realizadas com 2 isolados de *P. sorghina*. Por outro lado, discordam desses autores quanto à cultivar IAC 47, relatada por eles como apresentando comportamento do tipo suscetível frente aos 2 isolados utilizados.

Observa-se através da Figura 8 que o grupo de cultivares representativo da região Centro-Oeste apresenta, de maneira geral, valores mais baixos de ISD, demonstrando maior resistência às manchas de grãos provocadas pelas três espécies

de fungos estudados. Apesar deste fato, é importante destacar, dentre as cultivares da região Sudeste, as cultivares IAC 165 e IAC 201, que apresentaram valores baixos de ISD ($< 0,33$) quando inoculadas com *P. sorghina* e *M. oryzae*, a cultivar IAC 25, que apresentou ISD = 0,11 quando inoculada com *B. oryzae*, e a cultivar IAC 202, que apresentou ISD = 0,16 quando inoculada com *P. sorghina*.

As 32 cultivares foram classificadas ainda quanto à porcentagem de grãos cheios apresentadas após as inoculações. Essa classificação também foi variável conforme o patógeno considerado, como pode ser observado na Tabela 7 e Figura 9.

As maiores porcentagens de grãos cheios, frente às inoculações realizadas com *B. oryzae*, foram apresentadas pelas cultivares CICA 8, IAC 25, Caiapó, IAC 102, BR IRGA 409 e Aliança, as quais não diferiram estatisticamente entre si e foram sempre superiores ou igual a 69,1%. Frente às inoculações realizadas com *M. oryzae*, os maiores valores, sempre superiores ou igual a 67,2%, foram apresentados pelas cultivares BR IRGA 409, Caiapó, CICA 8, IAC 101, Rio Paranaíba, BR IRGA 410, PESAGRO 103, Metica 1, PESAGRO 102, IAC 102, BR IRGA 412, EMBRAPA 7 e Araguaia; e considerando o patógeno *P. sorghina*, pelas cultivares CICA 8, EPAGRI 107, Caiapó, BR IRGA 409, Metica 1, PESAGRO 102, BR MS 2, Rio Paranaíba, IAC 101 e Aliança, com valores superiores ou igual a 74,7%.

Destacam-se as cultivares Caiapó, BR IRGA 409 e CICA 8 que apresentaram altas porcentagens de grãos cheios frente às inoculações realizadas com os três patógenos.

É importante ressaltar que esterilidade de espiguetas pode ocorrer naturalmente devido a causas fisiológicas. Entre elas, a má exserção das panículas, que ficam parcialmente envoltas pela bainha da folha bandeira, dificultando a fecundação das flores inferiores. Outro fator pode ser o período de 7-10 dias decorrido entre a abertura das flores apicais e flores basais dentro da mesma panícula, durante o qual podem haver alterações nas condições climáticas, com a ocorrência de condições adversas para a fecundação das flores. Essa esterilidade de espiguetas normalmente encontrada nas panículas é variável conforme a cultivar, situando-se em média por volta de 15% (EMBRAPA, 1985; Yoshida, 1981). Assim, a comparação entre cultivares,

Tabela 7. Porcentagens de Grãos Cheios apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações realizadas em plantas no estágio de emissão de panícula/ florescimento com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*.

Região	Cultivar	<i>Bipolaris oryzae</i>	<i>Microdochium oryzae</i>	<i>Phoma sorghina</i>
Centro-Oeste	ALIANÇA	69.1 abcde	57.6 efghi	74.7 abcdefg
	ARAGUAIA	60.8 defghi	67.2 abcdefgh	70.9 cdefgh
	BR MS 1	43.1 jkl	59.2 defghi	38.4 klm
	BR MS 2	47.1 ijk	62.5 cdefgh	78.0 abcdef
	CAIAPÓ	75.6 abc	80.5 ab	87.8 abc
	CARAJÁS	61.9 cdefgh	34.5 l	34.0 lm
	GUARANI	31.5 l	64.9 bcdefgh	14.2 no
	IAC 47	55.3 efghij	52.6 hijk	70.4 cdefgh
	METICA 1	60.2 defghi	73.6 abcde	83.4 abcde
	RIO PARANAÍBA	66.7 bcdef	76.1 abcd	77.8 abcdef
Sudeste	IAC 25	78.9 ab	30.9 l	55.6 ghijk
	IAC 100	17.0 m	31.9 l	39.5 kl
	IAC 101	60.5 defghi	77.3 abc	76.1 abcdef
	IAC 102	73.9 abcd	71.5 abcdef	71.9 bcdefgh
	IAC 165	32.0 l	39.8 jkl	29.1 lmn
	IAC 201	50.9 ghijk	36.7 kl	34.5 lm
	IAC 202	51.9 ghijk	59.4 defgh	54.3 hijk
	IAC 242	43.0 jkl	8.9 m	20.0 mno
	IAPAR 9	40.4 kl	42.3 ijkl	4.2 o
	PESAGRO 101	32.6 l	32.5 l	54.9 hijk
	PESAGRO 102	64.4 cdefg	73.4 abcde	82.5 abcde
	PESAGRO 103	47.9 hijk	74.0 abcde	67.3 defgh
Sul	BR IRGA 409	72.9 abcd	82.1 a	84.9 abcd
	BR IRGA 410	64.1 cdefg	74.0 abcde	69.8 cdefgh
	BR IRGA 412	64.1 cdefg	70.9 abcdef	60.5 fghij
	BR IRGA 417	44.8 jkl	53.0 ghijk	47.7 ijkl
	CICA 8	81.2 a	78.2 abc	92.4 a
	EMBRAPA 6	47.0 ijk	58.9 efghi	42.7 jkl
	EMBRAPA 7	53.8 fghijk	69.9 abcdefg	65.6 efghi
	EPAGRI 107	51.9 ghijk	62.4 cdefgh	90.4 ab
	EPAGRI 108	40.6 kl	56.3 fghij	64.7 efghi
	IR 841	41.0 kl	63.6 bcdefgh	62.3 fghi
CV (%)		8,1	10,0	8,9

Médias seguidas da mesma letra, dentro da mesma coluna, não diferem estatisticamente (Tukey 5%).

Figura 9. Porcentagens de grãos cheios apresentadas por 32 cultivares de arroz, após inoculações das plantas no estágio de emissão de panícula/florescimento, com os fungos *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma shorgina*.

no aspecto de porcentagem de grãos cheios, merece certo cuidado devido a essa taxa natural e variável de esterilidade. No entanto, os valores obtidos experimentalmente neste trabalho permitem a comparação do efeito dos diferentes patógenos numa mesma cultivar.

Pode-se notar, através dos resultados apresentados nas Tabelas 6 e 7, que a ordenação das cultivares segundo o Índice de Severidade de Doença ou segundo a Porcentagem de Grãos Cheios não foi a mesma, mostrando que, provavelmente, mecanismos distintos controlam essas duas características.

A cultivar Guarani apresentou valores muito baixos de porcentagem de grãos cheios após as inoculações realizadas com *B. oryzae* e *P. sorghina*, demonstrando grande sensibilidade a esses patógenos na época do florescimento. Por outro lado, essa cultivar destacou-se como uma das que apresentaram baixos valores de LSD aos três fungos empregados nos experimentos. A cultivar Guarani já foi citada por outros autores como resistente à mancha de grãos (Soave et al., 1987; Souza et al., 1995). Esses autores, entretanto, não consideraram a perda em produtividade ocasionada pelo chochamento de grãos. Soave et al. (1987), particularmente, basearam-se na análise de amostras de sementes em laboratório, calculando os danos através da perda de peso dos grãos manchados em relação aos grãos sadios. O ideal seria, além desse tipo de cálculo, a avaliação da perda de produção em volume de grãos produzidos, o que exigiria campos próximos, com e sem doença. Esse tipo de dificuldade acarreta a pouca realização de ensaios dessa natureza.

Avaliando-se as 32 cultivares sob os aspectos de severidade de manchas nos grãos e a formação dos mesmos, observa-se que apenas as cultivares Caiapó e CICA 8 apresentaram, simultaneamente, baixos valores de LSD e altas porcentagens de grãos cheios frente às infecções decorrentes das inoculações realizadas com os três fungos.

Não foram analisados conjuntamente os 3 experimentos envolvendo os diferentes patógenos. Entretanto, comparando-se os valores absolutos obtidos para cada cultivar com os três fungos inoculados, observa-se na Tabela 7 que, dentre as 32 cultivares estudadas, 17 delas apresentam as menores porcentagens de grãos cheios quando inoculadas com *B. oryzae*; 8 cultivares quando inoculadas com *P. sorghina*, e 7

cultivares quando inoculadas com *M. oryzae*. Fica evidente que *B. oryzae*, dentre os 3 patógenos estudados, é o que acarretou maior esterilidade de grãos.

É interessante observar isoladamente as reações apresentadas pelas cultivares IAC 165 e IAC 101, também empregadas nos experimentos de relação entre época de infecção e dano. Naqueles experimentos, conforme resultados apresentados no item 4.1., ficou evidenciada a existência de certo grau de tolerância da cultivar IAC 101 em relação a *M. oryzae*. Nesses experimentos, analisando-se os dados obtidos com essas cultivares observa-se que, embora as cultivares IAC 101 e IAC 165 tenham apresentado valores de ISD estatisticamente semelhantes, diferiram bastante quanto à porcentagem de grãos cheios, tendo a cultivar IAC 101 apresentado valores bem mais altos, e portanto, mostrando novamente maior tolerância ao fungo que a outra cultivar.

Ressalta-se também que a cultivar IAC 165 apresentou, em relação à cultivar IAC 101, maior valor absoluto de ISD, após inoculação com *B. oryzae*. Nos experimentos descritos no item 4.1., reação de maior suscetibilidade a esse fungo foi apresentada pela cultivar IAC 101. Esse fato pode ser decorrente da utilização de diferentes isolados de *B. oryzae* nos dois experimentos, provavelmente diferindo em patogenicidade, uma vez que é conhecida a variabilidade patogênica desse fungo (Malavolta et al., 1992).

4.3. Controle químico

Durante a realização dos experimentos, no interior da casa de vegetação, as temperaturas máximas diárias variaram de 24 a 35°C (média 29,7) e as mínimas diárias de 13 a 22 °C (média 17,4). A umidade relativa máxima diária variou de 65 a 98% (média 81,1) e a mínima diária de 50 a 85% (média 62,7). Essas condições climáticas propiciaram elevado nível de doença após as inoculações realizadas com *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*, permitindo a avaliação de produtos químicos para o controle de mancha de grãos ocasionadas por esses fungos.

A eficácia dos fungicidas empregados pode ser observada na Tabela 8 e Figuras 10 e 11, onde estão apresentados seus efeitos sobre a severidade de manchas nos grãos de arroz e sobre a proteção dos grãos contra a esterilidade

Tabela 8. Efeito de fungicidas na severidade de manchas em grãos de arroz e na porcentagem de grãos formados, aplicados dois dias antes das inoculações realizadas com *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* e *Phoma sorghina*, utilizando-se a cultivar IAC 101 no estágio de emissão de panícula - florescimento.

Fungicidas	<i>Bipolaris oryzae</i>		<i>Microdochium oryzae</i>		<i>Phoma sorghina</i>	
	ISD ¹	Grãos cheios (%)	ISD ¹	Grãos cheios (%)	ISD ¹	Grãos cheios (%)
Azoxystrobin	2,73 ab	47,19 bc	1,74 c	62,45 ab	2,41 a	64,50 a
Clorotalonil	2,23 bc	49,32 bc	1,81 bc	68,12 ab	1,87 abc	64,02 a
Mancozeb	2,06 c	46,07 bc	1,86 abc	60,50 b	2,07 abc	63,17 a
Procloraz	1,28 d	61,07 a	1,55 c	66,59 ab	1,57 c	64,09 a
Tebuconazole	2,05 c	57,84 a	1,71 c	71,59 a	2,28 ab	63,07 a
Triciclazol	2,81 ab	45,42 bc	2,18 ab	61,90 ab	1,88 abc	64,32 a
Trif. Acet. de Estanho	2,26 bc	51,07 b	1,76 c	65,77 ab	1,81 bc	61,42 a
Testemunha	2,95 a	43,44 c	2,37 a	65,57 ab	2,22 ab	59,80 a
C.V. (%)	11,2	5,5	8,7	6,5	11,6	5,9

¹ Índice de Severidade da Doença, variando de 0 a 4.

Figura 10. Efeito de fungicidas na severidade de manchas em grãos, aplicados dois dias antes das inoculações realizadas com *Bipolaris oryzae*, *Phoma sorghina* e *Microdochium oryzae*, utilizando-se a cultivar de arroz IAC 101, no estágio de emissão de panícula / florescimento.

Figura 11. Efeito de fungicidas na porcentagem de grãos formados, aplicados dois dias antes das inoculações realizadas com *Bipolaris oryzae*, *Phoma sorghina* e *Microdochium oryzae*, utilizando-se a cultivar de arroz IAC 101, no estágio de emissão de panícula / florescimento.

provocada pelos fungos *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*.

No controle de *B. oryzae*, o produto procloraz foi o mais eficiente em reduzir a severidade de manchas nos grãos, seguido pelo tebuconazole, mancozeb, clorotalonil e trifenil acetato de estanho. Os produtos azoxystrobin e tricyclazole não diferiram da testemunha. Com relação à porcentagem de grãos cheios obtida nos diferentes tratamentos, observou-se que procloraz e tebuconazole foram os melhores produtos, apresentando as maiores porcentagens, seguidos do trifenil acetato de estanho.

Para *M. oryzae*, o fungicida que apresentou o menor valor absoluto de índice de severidade de doença foi novamente o procloraz, sem diferir estatisticamente dos fungicidas tebuconazole, azoxystrobin, trifenil acetato de estanho e clorotalonil. Mancozeb e tricyclazole não diferiram da testemunha. Com relação à porcentagem de grãos cheios, nenhum tratamento diferiu da testemunha, demonstrando que todos os fungicidas testados não tiveram efeito sobre este parâmetro.

No controle de *P. sorghina*, procloraz foi o único produto, dentre os 7 fungicidas avaliados, a apresentar índice de severidade de doença significativamente menor que a testemunha, apesar de não diferir estatisticamente dos produtos trifenil acetato de estanho, clorotalonil, tricyclazole e mancozeb. Com relação à porcentagem de grãos cheios, nenhum tratamento diferiu da testemunha.

Esses resultados evidenciaram o comportamento variável dos diversos fungicidas em relação aos três agentes causais de manchas de grãos.

Observou-se que procloraz foi o único produto que mostrou-se eficiente no controle de manchas de grãos causadas pelos três patógenos empregados no presente trabalho. Particularmente no controle de *B. oryzae*, agente causal da mancha-parda, o procloraz mostrou melhor desempenho que outros produtos também eficientes e registrados para o controle dessa doença, como tebuconazole, mancozeb, clorotalonil e trifenil acetato de estanho. A eficiência desse produto foi relatada anteriormente por Malavolta & Takada (1997), que observaram que parcelas tratadas no campo com procloraz apresentaram, em dois anos de realização de ensaios, menores valores absolutos de índices de severidade de doença em relação aos outros produtos avaliados.

A ação efetiva dos produtos procloraz e tebuconazole, observada neste trabalho, no controle de manchas de grãos em arroz causadas particularmente por *B. oryzae* vem confirmar resultados obtidos anteriormente por Fantin et al. (1994), que observaram o efeito desses produtos no controle de lesões foliares, e em experimentos realizados "in vitro". É interessante destacar que, no presente trabalho, esses 2 produtos propiciaram significativos aumentos na porcentagem de grãos cheios em relação à testemunha, da ordem de 40 e 33% respectivamente. Esse fato evidencia o efeito protetor desses fungicidas, diminuindo a esterilidade de espiguetas provocada pela infecção por *B. oryzae*.

Os produtos tebuconazole, clorotalonil e trifenil acetato de estanho mostraram eficiência no controle de manchas de grãos causadas por *B. oryzae* e *M. oryzae*, mas não contra *P. sorghina*. Esses resultados vem confirmar trabalho realizado por Malavolta & Takada (1997), segundo o qual tebuconazole mostrou-se eficiente na redução da severidade de manchas de grãos, em condições de campo, diminuindo grandemente a incidência de *M. oryzae* nos grãos, mas não a incidência de *P. sorghina*. Outros fungicidas do grupo dos triazóis, como difenoconazole e propiconazole, já foram relatados como tendo boa ação no controle de manchas de glumas em arroz (Santos et al., 1998). A eficiência do clorotalonil contra esses dois importantes fungos manchadores de grãos apresenta concordância com os resultados apresentados por Costa (1989), que relatou este fungicida como eficiente no controle de mancha de grãos do arroz. Ribeiro et al. (1996), trabalhando anteriormente com produto à base de estanho, o trifenil hidróxido de estanho, relataram que a aplicação deste produto por pulverização nas fases de emborrachamento e floração diminuiu a incidência de *M. oryzae* e *P. sorghina* nas sementes, embora não tenham apresentado relação com os sintomas nas plantas e com a produtividade.

Mancozeb mostrou-se, neste trabalho, eficiente somente no controle de manchas de grãos causadas por *B. oryzae*. A ação efetiva de mancozeb no controle desse patógeno foi relatada anteriormente por Deka et al. (1996) e Duraisamy & Mariappan (1988). A pouca eficácia de mancozeb contra os outros patógenos empregados confirmaram também observações de Ribeiro et al. (1996), que relataram a falta de eficiência desse produto no controle de manchas de grãos de arroz causadas por diversos patógenos, entre os quais *M. oryzae* e *P. sorghina*, embora esse fungicida

tenha sido eficiente na diminuição da população desses patógenos nas sementes, melhorando sua qualidade fitossanitária.

O produto azoxystrobin, fungicida pertencente ao grupo da estrubilurina e de uso bastante recente em nosso país, mostrou-se eficiente apenas no controle de *M. oryzae*, mesmo assim não diferindo da maioria dos produtos testados.

O fungicida triciclazol, incluído nos experimentos por ser um dos produtos mais utilizados na cultura do arroz, mostrou-se ineficaz no controle dos três patógenos estudados, confirmando sua predominante ação brusonicida. Por esse motivo, fica evidente que, havendo ocorrência conjunta de brusone e manchas de grãos causadas por outros patógenos, há necessidade do emprego de combinações de diferentes fungicidas.

É importante ressaltar que, com relação ao controle de manchas nos grãos causadas por *P. sorghina*, apenas o produto procloraz se mostrou eficiente, evidenciando a dificuldade de controle desse fungo através do uso de fungicidas. Este fato indica a necessidade de novos experimentos de avaliação de produtos, visando determinar outros fungicidas que apresentem eficiência no controle deste patógeno.

Os resultados do presente trabalho indicam a necessidade de, antes de se iniciar um programa de controle químico de manchas de grãos em condições de campo, identificar os patógenos predominantes, de maneira que a escolha dos fungicidas seja direcionada para os produtos químicos mais eficientes contra aqueles determinados patógenos. Na impossibilidade dessa identificação, deve-se utilizar produtos de largo espectro, cuja ação seja abrangente aos principais fungos manchadores de grãos.

5. CONCLUSÕES

Os maiores danos, decorrentes da maior severidade de manchas em grãos de arroz ou das maiores reduções na produção e no número de grãos formados, estão sempre associados às infecções mais precoces, limitadas até o período de florescimento.

Cultivares podem apresentar diferenças no estágio vegetativo de maior suscetibilidade, dependendo do patógeno considerado.

Correlações significativas entre Índice de Severidade de Doença (ISD) x Peso e ISD x Porcentagem de Grãos Cheios observadas na cultivar IAC 101 quando inoculada com os fungos *B. oryzae* e *P. sorghina*, e na cultivar IAC 165 quando inoculada com *M. oryzae* e *P. sorghina* mostram que esses fungos contribuem para a diminuição da produção.

Dentre as 32 cultivares avaliadas quanto à resistência a manchas de grãos ocasionadas por *B. oryzae*, *M. oryzae* e *P. sorghina*, as cultivares Araguaia, Caiapó, CICA 8, Guarani, IAC 25, IAC 101, Metica 1 e Rio Paranaíba apresentaram baixos índices de severidade de doença, e as cultivares Caiapó, BR IRGA 409 e CICA 8 altas porcentagens de grãos cheios. Somente as cultivares Caiapó e CICA 8 se destacaram por apresentar, simultaneamente, baixos ISD e altas porcentagens de grãos cheios.

O grupo de cultivares da região Centro-Oeste apresenta, de maneira geral, menores índices de severidade de doença, demonstrando que essas cultivares possuem maior nível de resistência às manchas de grãos.

Para o controle de manchas de grãos em arroz ocasionadas por *B. oryzae*, procloraz foi o produto mais eficiente, dentre os sete fungicidas avaliados.

Para o controle das manchas de grãos ocasionadas por *M. oryzae*, os melhores produtos foram procloraz, tebuconazole, azoxystrobin, trifenil acetato de estanho e clorotalonil.

Para manchas de grãos causadas por *P. sorghina*, procloraz foi o único produto, dentre os sete fungicidas avaliados, que promoveu redução na severidade da doença, quando comparado com a testemunha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCORN, J.L. The taxonomy of "Helminthosporium" species. **Annual Review of Phytopathology**, v. 26, p. 37-56, 1988.
- ALUKO, M.O. Crop losses caused by the brown leaf spot disease of rice in Nigéria. **Plant Disease Reporter**, v. 59, n. 7, p. 609-613, 1975.
- AMARAL, H.M. Testes de sanidade de sementes de arroz. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S., eds. **Patologia de Sementes**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p. 358-370.
- ANAHOSUR, K.H. ; SIVANESAN, A. *Mycosphaerella holci*. **CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria**, No 584, 1978. 2p.
- ANDREI, E. (Ed.). Compêndio de defensivos agrícolas, 5ª ed. São Paulo, Org. Andrei Ed. Ltda., 1996, 505p.
- BASHAR, M.K.; DAS, R.K.; ISLAM, M.A.; NASIRUDDIN, M.; MIAH, N.M. Two improved upland rice varieties for Bangladesh. **International Rice Research Newsletter**, v. 15, n. 1, p. 20, 1990.
- BOEREMA, G.H.; DORENBOSCH, M.M.J.; VAN KESTEREN, H.A. Remarks on species of *Phoma* referred to *Peyronellaea* - III. **Persoonia**, v. 6, p. 171-177, 1971.
- BOEREMA, G.H.; DORENBOSCH, M.M.J.; VAN KESTEREN, H.A. Remarks on species of *Phoma* referred to *Peyronellaea* - IV. **Persoonia**, v. 7, p. 131-139, 1973.
- CARDOSO, J.E. **Doenças do arroz na microrregião Alto Purus - Acre**. Rio Branco., EMBRAPA-UEPAE de Rio Branco. 1980. 17p. (Circular Técnica, 1).
- CASTANO, J.; KLAP, K.; ZAINI, Z. Etiology of grain discoloration in upland rice in West Sumatra. **International Rice Research Newsletter**, v. 16, n. 1, p. 21, 1991.

- COELHO, R.M.S. ; CASTRO, H.A. ; MENEZES, M. Esporulação de *Phomopsis* e *Phoma* em diferentes meios de cultura e condições de luminosidade. **Summa Phytopathologica**, v. 23, n. 2, p. 176-180, 1997.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO / DIDEM / GEAME. **Indicadores da Agropecuária**. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, Ano 7, n. 7, 65 p., 1998.
- COSTA, J.L.S. Aplicação de fungicidas para controle das manchas de grão em arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 22., Recife, 1989. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 150, julho 1989.
- COSTA, J.L.S. *Alternaria padwickii* e *Curvularia lunata*: patogenicidade e transmissão por sementes de arroz irrigado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 15-18, 1991.
- DAS, S.R. Field testing of fungicides for the control of leaf scald disease of rice. **Indian Phytopathology**, v. 48, n. 2, p. 182-184, 1995. / Resumo em **CAB Abstracts on CD-Rom**, 1995 /
- DEKA, B. ; ALI, M.S. ; CHANDRA, K.C. Management of grain discoloration of rice. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, v. 26, n. 1, p. 105-106, 1996. / Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1996-1998 /
- DURASAMY, V.S. ; MARIAPPAN, V. Pathogens and control of discolored rice grains in Índia. In: INTERNATIONAL CONGRESS PLANT PATHOLOGY, 5., Kyoto-Japão, 1988. **Abstracts**. 1988. p.7
- ELLIS, M.B. ; HOLLIDAY, P. *Alternaria padwickii*. **CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria**, No 345, 1972. 2p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas, Fundação Cargill, 1985, 317 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (Pelotas, RS). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, 1993, 87p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 3).

- FANTIN, G.M. ; MALAVOLTA, V. M. A. ; KIMATI, H. Teste de fungicidas "in vitro" e "in vivo" para o controle de *B. oryzae*. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 17., Araras, 1994. **Summa Phytopathologica**, v. 20, n. 1, p. 43, 1994.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK, Roma, v.50, 1996, p. 60-71.
- FAZLI, S.F.I.; SCHROEDER, H.W. Effect of kernel infection of rice by *Helminthosporium oryzae* on yield and quality. **Phytopathology**, v. 56, p. 1003-5, 1966.
- GROTH, D.E.; RUSH, M.C.; HOLLIER, C.A. **Rice diseases and disorders in Louisiana**. Baton Rouge, Louisiana Agricultural Experiment Station. 1991. 37p. (Bulletin, 828).
- GUTIÉRREZ, L.H. Leaf scald of rice, *Rhynchosporium oryzae*, in Costa Rica. **Plant Disease Reporter**, v. 44, n. 4, p. 294-295, 1960.
- HAU, F.C.; RUSH, M.C. A system for inducing sporulation of *B. oryzae*. **Plant disease**, v. 64, n. 8, p. 788-789, 1980.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil - 1996**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 56, p. 3.40 - 3.55, 1996.
- INFORMATIVO Anual das Comissões Técnicas Regionais de Arroz: cultivares de arroz recomendadas para plantio no ano agrícola 1996/97. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996, 39p.
- IRRI - INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Annual Report for 1977**. Los Baños, IRRI. 1978. p. 180-181.
- IRRI - INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE **Annual Report for 1983**. Los Baños, IRRI. 1984. p. 172-175.
- KIMATI, H. ; FERNANDES, N.G. ; SOAVE, J. ; KUROSZAWA, C. ; BRIGNANI NETO, F. ; BETTIOL, W. **Guia de fungicidas agrícolas**. 2ª ed. Jaboticabal : Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997, 225 p.
- KRUPPA, P. C. ; KOHARA, E. Y. ; CAMPOS, G. W. Incidência de *Alternaria padwickii*, *Rhynchosporium oryzae* e *Phoma* sp. em sementes de arroz irrigado. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21., Botucatu, 1998. **Summa Phytopathologica**, v. 24, n. 1, p. 55, 1998.

- KUMAGAI, T. Action spectra for the blue and near ultraviolet reversible photoreaction in the induction of fungal conidiation. **Physiologia Plantarum**, v. 57, n. 4, p. 468-471, 1983.
- LASCA, C.C.; BRIGNANI NETO, F.; CHIBA, S. Eficiência de fungicidas em tratamentos de sementes de arroz para controle de *Pyricularia oryzae* Cav. e *Phoma* sp. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 6., Araras, 1983. **Summa Phytopathologica**, v. 9, n. 1-2, p. 93, 1983.
- LEACH, C. M. The sporulation of *Helminthosporium oryzae* as affected by exposure to near ultraviolet radiation and dark periods. **Canadian Journal of Botany**, v. 39, p. 705-715, 1961.
- MALAVOLTA, V. M. A.; SOUZA, T. M. W. ; AMARAL, R. E. M. Avaliação de reações foliares de cultivares / linhagens de arroz à mancha parda (*B. oryzae*). **Summa Phytopathologica**, v. 18, n. 2, p. 118-124, 1992
- MALAVOLTA, V.M.A.; TAKADA, H.M. Controle químico de fungos causadores de manchas de grãos em arroz. **Summa Phytopathologica**, v. 23, n. 1, p. 25-28, janeiro/março 1997.
- MARTIN, A.L. Possible cause of black kernels in rice. **Plant Disease Reporter**, v. 23, n. 5, p. 83-84, 1939.
- MASSOLA JÚNIOR, N. S. ; BEDENDO, I. P. Produção de conídios por *Helminthosporium oryzae* : influência da composição do meio de cultura, período de incubação, regime de luz e temperatura. **Summa Phytopathologica**, v. 19, n. 3-4, p. 157-161, 1993.
- MISRA, J.K.; MERCA, S.D.; MEW, T.W. Fungal pathogens. In: MEW, T.W.; MISRA, J.K. (Ed.). **A manual of rice seed health testing**. Manila: International Rice Research Institute, 1994, cap. 14, p. 75-89.
- OU, S.H. **Rice diseases**. 2ª ed. Kew, Commonwealth Mycological Institute. 1985, 379p.
- PADMANABHAN, S.Y. The great bengal famine. **Annual Review of Phytopathology**, v. 11, p. 11-26, 1973.

- PADWICK, G.W. **Manual of rice diseases**. Kew, Commonwealth Mycological Institute. 1950. 198p.
- PRABHU, A.S.; BARBOSA, M.P.; FILIPPI, M.C.; DYNIA, F. Influência de fertilização com sílica sobre mancha de grãos em arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 29., Campo Grande, 1996. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21(Supl.), p. 405, agosto 1996.
- PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. **Principais doenças do arroz no Brasil**. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP. 1982. 31p. (Documentos, 2).
- PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. Screening para resistência à escaladura. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO, 2., Goiânia, 1986. **Resumos**. Goiânia : EMBRAPA, 1986. p. 295-297.
- PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. Glume blight of rice in Brazil: etiology, varietal reaction and loss estimates. **Tropical Pest Management**, v. 34, n.1, p. 85-88, 1988.
- PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. Avaliação de germoplasma de arroz para resistência a *Gerlachia oryzae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 8, p. 1093-1100, 1990.
- PRABHU, A.S.; LOPES, A.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**, v. 15, n. 2, p. 183-9, abril 1980.
- PRABHU, A.S.; VIEIRA, N.R.A. **Sementes de arroz infectadas por *Drechslera oryzae*: germinação, transmissão e controle**. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1989. 39p. (Boletim de Pesquisa, 7).
- PUNITHALINGAM, E.; HOLLIDAY, P. *Phoma insidiosa*. **CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria**, No 333, 1972. 2p.
- RIBEIRO, A.S. **Doenças do arroz irrigado**. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE de Pelotas. 1984. 55p. (Circular Técnica, 19).
- RIBEIRO, A.S. **Controle integrado das doenças do arroz irrigado**. Pelotas, EMBRAPA-CPATB. 1989. 29p. (Circular Técnica, 3).

- RIBEIRO, A.S. Efeitos de fungicidas sobre a qualidade sanitária de sementes de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 29., Campo Grande, 1996. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21 (supl.), p. 379, agosto 1996.
- RIBEIRO, A.S.; TANAKA, M.A.S. Doenças do arroz e medidas de controle. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 114, p. 24-32, 1984.
- ROSSMAN, A.Y.; HOWARD, R.J.; VALENT, B. *Pyricularia grisea*, the correct name for the rice blast disease fungus. **Mycologia**, v. 82, n. 4, p. 509-512, 1990.
- ROSSMAN, A. Y. ; PALM, M. E. ; SPIELMAN, L. J. **A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi**. Minnesota, The American Phytopathological Society. 1987. 252p.
- SAMUELS, G.J.; HALLETT, I.C. *Microdochium stoveri* and *Monographella stoveri*, new combinations for *Fusarium stoveri* and *Micronectriella stoveri*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 81, n. 3, p. 473-483, 1983.
- SANTOS, G.M.; DARIO, G.J.A.; FURTADO, E.L. Novas moléculas de fungicidas para o controle das doenças do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 31., Fortaleza, 1998. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23 (supl.), p. 279, agosto, 1998.
- SANTOS, G.R.; COLLICCHIO, E.; GUIMARÃES, H.M.A. Avaliação da resistência de genótipos de arroz a mancha-de-grãos no município de Formoso do Araguaia, Estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 29., Campo Grande, 1996. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21 (supl.), p. 382, agosto, 1996.
- SANTOS, G.R.; COSTA, W.M.; COSTA, H. Incidência de mancha parda do arroz no projeto Formoso, Estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 27., Itajaí, 1994. **Fitopatologia Brasileira**, v.19 (supl.), p. 299, agosto 1994.
- SANTOS, G.R.; SANTOS, J. Incidência de doenças em arroz irrigado no Estado de Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28., Ilhéus, 1995. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20(supl.), p. 345, agosto 1995.
- SARTORATO, A.; PENTEADO, M.F.P.; MENTEN, J.O.M. Controle químico de *Phoma sorghina* em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 2, p. 59-65, 1990.

- SATTERTHWAITE, F.E. An approximate distribution of estimates of variance components. **Biometrics**, v. 2, p. 110-114, 1946
- SHASHIDHAR, H.E.; HITTALMANI, S.; VASANT KUMAR, H.L.; SHIVASHANKAR, G. Screening new rice selections for reaction to major diseases. **International Rice Research Newsletter**, v. 13, n. 4, p. 10, 1988.
- SHOEMAKER, R.A. Nomenclature of *Drechslera* and *Bipolaris*, grass parasites segregated from *Helminthosporium*. **Canadian Journal of Botany**, v. 37, p. 879-887, 1959.
- SINGH, B.M.; SAHARAN, G.S.; SHYAM, K.R.; SOOD, A.K. Factors affecting severity of glume blight in different cultivars of rice in Himachal Pradesh. **Indian Phytopathology**, v. 31, p. 419-423, 1978.
- SINGH, R.A. Current status of rice blast in India and challenges ahead. **Indian Phytopathology**, v. 50, n. 2, p.186-191, 1997.
- SOAVE, J.; BARROS, L.G.; RICCI, M.T.T. Avaliação de manchas de sementes de 8 cultivares de arroz de sequeiro plantados no Estado de Mato Grosso, em 1984/85. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5., Gramado, 1987. **Resumos**. Brasília: ABRATES, 1987. p. 191.
- SOAVE, J.; PIZZINATTO, M.A.; USBERTI JÚNIOR, J.A.; CAMARGO, O.B.A.; VILLELA, O.V. Selection of rice cultivars resistant to some pathogens using seed health testing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 4, p. 449-453, 1984.
- SOAVE, J.; PRABHU, A.S. ; RICCI, M.T.T.; BARROS, L.G.; SOUZA, N. R. G.; CURVO, R. C. V.; FERREIRA, R. P. ; SOBRAL, C.A.M. Etiologia de manchas de sementes de cultivares de arroz de sequeiro no Centro - Oeste brasileiro. **Summa Phytopathologica**, v. 23, p. 122-127, 1997.
- SOUZA, N.R.G.; CURVO, R.C.; PRABHU, A.S.; BARROS, L.G. Ocorrência e severidade de doenças do arroz de sequeiro no Estado do Mato Grosso. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., Goiânia, 1987. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA - CNPAF, 1987. p. 483-509.

- SOUZA, N. S. Avaliação da resistência a mancha de grãos em cultivares e linhagens de arroz de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 24., Rio de Janeiro, 1991. **Fitopatologia Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 29, 1991.
- SOUZA, N.S.; ABREU, J.G.; PRABHU, A.S. Resistência de cultivares e linhagens de arroz a mancha de grãos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28., Ilhéus, 1995. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20 (supl.), p. 346, agosto 1995.
- SOUZA, N.S.; BARROS, L.G.; PRABHU, A.S. **Incidência de mancha de grãos do arroz em relação à época de plantio e aplicação de fungicidas**. Várzea Grande, EMPAER-MT, 1994, 19p. (Boletim de Pesquisa, 4).
- SOUZA, N.S.; ZAMBOLIM, L. Resistência varietal do arroz (*Oryza sativa*) à queima das glumelas (*Phoma sorghina*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 50-52, 1987.
- SOUZA, N. S. ; ZAMBOLIM, L. ; THIÉBAUT, J. T. L. Variabilidade de isolados de *Phoma sorghina* em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 10 , p. 1139-1141, 1988.
- SUBRAMANIAN, M.; SIVASUBRAMANIAN, V. Performance of medium-duration IRRI lines at Tamil Nadu. **International Rice Research Newsletter**, v. 12, n. 1, p. 8, 1987.
- SWAIN, N. C. ; BEHERA, B. ; NARAIN, A. ; CHHOTRAY, P. K. Evaluating fungicides to control rice leaf scald in the field. **International Rice Research Newsletter**, v. 15, n. 1, p. 28, 1990.
- TANAKA, M.A.S. Sanidade da semente de arroz de sequeiro produzida sob a aplicação de fungicida na parte aérea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 8, p. 1137-40, 1982.
- TULLIS, E.C. **Fungi isolated from discolored rice kernels**. Washington, United States Department of Agriculture. 1936. 12p. (Technical Bulletin, 540).
- URBEN, A.F.; WETZEL, M.M.V.S. Ocorrência, sobrevivência e controle de *Phyllosticta oryzae* em sementes de arroz produzido nas condições dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 13., Rio de Janeiro, 1980. **Fitopatologia Brasileira**, v. 5, n. 3, p. 462, 1980.

- VALARINI,, P.J.; LASCA, C.C.; CHIBA, S. Eficiência de fungicidas em tratamento de sementes de arroz para controle de *Helminthosporium oryzae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 41-44, 1988.
- YAEHASHI, H. ; UDAGAWA, S. The taxonomical identity of the perfect state of *Pyricularia grisea* and its allies. **Canadian Journal of Botany**, v. 56, n. 2, p. 180-183, 1978.
- YAMAUCHI, M.; WINSLOW, M.D. Silica reduces disease on upland rice in a high rainfall area. **International Rice Research Newsletter**, v. 12, n. 6, p. 22, 1987.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1981, p. 40-63
- ZULKIFLI, E. ; KLAP, J. ; CASTANO, J. Effect of grain discoloration in upland rice on some yield components. **International Rice Research Newsletter**, v. 16, n. 4, p. 20, 1991.