

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU

REVISÃO SISTEMÁTICA E META ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS
NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL

Carlos Frederico Aquino de Britto e Silva Filho
Engenheiro Agrônomo (UFSM)

Monografia apresentada com um dos requisitos parciais
à obtenção ao Título de Especialista, Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*
“Tecnologias Inovadoras de Pragas e Doenças de Plantas”

Porto Alegre (RS), Brasil
Novembro de 2009

**COMPROVANTE DE CONFERÊNCIA DE REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

Nome: Carlos Frederico Britto

PPG: Fitotecnia

Biblioteca(R.6004): Lucia

Data: 16/03/2010

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois é meu refúgio, minha fortaleza e nele confio.

A meu pai, Carlos Frederico Aquino de Britto e Silva, e minha mãe, Cleive Sampaio Nunes de Britto e Silva, que pela dedicação e amor são exemplos para minha vida.

A meus irmãos Pedro Henrique e Carla Patrícia, pelo encorajamento.

Ao professor Emerson Medeiros Del Ponte, pelos ensinamentos, estímulo e orientação.

Ao colega Piérri Spolti, pela ajuda e apoio no desenvolvimento do projeto.

Aos colaboradores do projeto Daniel Santos Grohs e Gustavo Rodrigo Daltrozo Funck do IRGA; Ricardo Silveiro Balardin e Marcelo Grippa Madalosso da UFSM, por liberarem seus materiais de pesquisa para realização deste projeto.

A CNPq pela concessão da bolsa e BASF pelo apoio ao projeto.

A todo laboratório de Epidemiologia de Plantas da faculdade de agronomia da UFRGS.

REVISÃO SISTEMÁTICA E META ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL

Autor: Carlos Frederico Aquino de Britto e Silva Filho

Orientador: Emerson Medeiros Del Ponte

RESUMO

O uso de fungicidas visando a proteção de cultivos agrícolas é uma prática consolidada e necessário para a manutenção do potencial produtivo de muitas culturas.. O trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa de testes de eficiência de fungicidas na cultura do arroz irrigado e sumarizar por meta análise o efeito global e condicionado dessa eficiência. Uma revisão de literatura foi feita para selecionar trabalhos de artigos científicos e completos em anais de congresso seguindo os critérios: ensaios realizados no RS, metodologia similar de condução e avaliação, informação de severidade máxima e produtividade em cada tratamento. As informações foram incluídas em uma tabela onde cada entrada continha outras informações como local do experimento; ano de plantio; cultivar; princípio ativo, classe e grupo do fungicida; número de aplicações e estágio da cultura nas aplicações. Para quantificar o efeito dos fungicidas, criou-se as variáveis Rs (razão da severidade) e Rp (razão de produtividade). Os tratamentos foram agrupados para verificar fatores de influência nos valores de Rs e Rp como: i) Cultivar; ii) Favorabilidade às doenças; iii) Número de aplicações; iv) Classes dos produtos; v) Princípios ativos. A média global de Rs e Rp indicaram redução global das doenças em 87% e incremento na produtividade de 13% com a aplicação de tratamento fungicida. Cultivares com menor severidade e maior produtividade, como a SCS 112, responderam melhor aos tratamentos. Resposta duas vezes superior à mediana global foi verificado em situações de moderada pressão de doenças, enquanto uma redução da severidade foi superior para alta pressão de doenças. Duas aplicações proporcionou um ligeiro incremento em produtividade comparado à uma aplicação. Maior Rp foi verificado para misturas comparadas a aplicações isoladas dos grupos químicos, enquanto Rs teve efeito inferior apenas para o grupo DMI. Dos 10 princípios ativos mais frequentes, o mais utilizado foi o Tebuconazole, porém o Trifloxistrobin teve melhor Rp, com incremento de 27%.

SYSTEMATIC REVIEW AND META ANALYSIS OF EFFICIENCY OF FUNGICIDES IN RICE CULTURE IN RIO GRANDE DO SUL

Autor: Carlos Frederico Aquino de Britto e Silva Filho
Orientador: Emerson Medeiros Del Ponte

ABSTRACT

The use of fungicides in order to protect agricultural crops is an established practice and necessary for maintaining the productive potential of many cultures. The study aimed to conduct a literature review of research to test the effectiveness of fungicides on rice crop and a meta-analysis to summarize the overall effect of this conditioning and efficiency. A literature review was made to select work papers and complete conference proceedings on the following criteria: tests on the RS, similar methodology to conduct and evaluation, information about severity and maximum productivity in each treatment. The information was included in a table where each entry contains other information such as the experimental site, year of planting, growing, active component, class and group of fungicides, the number of applications and level of culture in applications. To quantify the effect of fungicides, add the variables Rs (because of the severity) and Rp ratio (productivity). The treatments were grouped to identify factors influencing the values of Rs and Rp as: i) Growing ii) favorable to disease, iii) the number of applications; iv) Classes of products; v) active ingredient. The overall average of Rs and Rp indicated an overall reduction of disease in 87% and increase in productivity of 13% with the application of fungicide treatment. Cultivars with less severity and greater productivity, as the SCS 112, responded better to treatment. Answer two times the overall median was observed in situations of moderate disease pressure, while a reduction in severity was higher for high-pressure disease. Two applications provided a slight increase in productivity compared to an application. Major Rp was recorded for mixtures compared to single applications of chemical groups, while less than Rs took effect only for the group DMI. Of the 10 most common active ingredients, the design was Tebuconazole, but the best was Trifloxistrobin Rp, an increase of 27%.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 DESENVOLVIMENTO	5
2.1 Cultura do Arroz	5
2.1.1 Arroz no Mundo	5
2.1.2 Arroz no Brasil	7
2.1.3 Problemas Fitossanitários	10
2.2 Doenças	13
2.2.1 Principais Doenças do Arroz Irrigado	13
2.2.2 Danos e perdas por doenças	14
2.3 Manejo Integrado de doenças do arroz	17
2.3.1 Estratégias gerais no manejo integrado	17
2.3.2 Controle Genético	19
2.3.3 Controle Cultural	20
2.3.4 Controle Químico	22
2.3.5 Classes de produtos químicos	26
2.3.6 Tecnologia de Aplicação em Arroz Irrigado	29
2.4 Revisões sistemáticas e meta análise	33
2.4.1 Conceitos	33
2.5 Revisão quantitativa da eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares e retorno em produtividade do arroz irrigado	37
2.5.1 Critérios de Seleção de Ensaios	37
2.5.2 Variáveis resposta e meta-análise	38

2.5.3	Variáveis moderadoras da resposta.....	40
2.5.4	Resultados da revisão sistemática com meta análise.....	41
2.5.4.1	Seleção dos trabalhos.....	41
2.5.4.2	Características dos ensaios selecionados	43
2.5.4.3	Efeito global de fungicidas no controle e na produtividade	47
2.5.4.4	Efeito moderado pela cultivar.....	49
2.5.4.5	Efeito moderado pela "pressão de doença"	50
2.5.4.6	Efeito moderado pelo número de aplicações	52
2.5.4.7	Efeito moderado pelo grupo químico	52
2.5.4.8	Efeito moderado por princípios ativos	53
2.5.4.9	Discussão e considerações gerais	55
3	CONCLUSÕES.....	58
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

RELAÇÃO DE TABELAS

1. Artigos/resumos publicados selecionados na revisão sistemática para se realizar a meta análise do efeito de fungicidas no controle de doenças foliares do arroz e incremento em produtividade. 41
2. Diferença entre medianas ponderadas de ΔR_s e ΔR_p , e a respectiva significância (P) pela aplicação de DMI, QOI ou misturas em ensaios para controle de Mancha Parda no Rio Grande do Sul na última década. 53
3. Princípios ativos mais freqüentemente usados nos 59 ensaios de fungicidas e seus respectivos valores de redução de severidade (R_s) e retorno de produtividade (R_p). 53

RELAÇÃO DE FIGURAS

1.	Evolução da produtividade na cultura do arroz no Brasil e nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (Richard E. Bacha, 2008).	8
2.	Mapa das principais regiões produtoras de arroz no Brasil. (IBGE, 2006).	9
3.	Sintomas de Brusone (A), Mancha Parda (B), Escaldadura (C) e Mancha Estreita (D). (Fitopatologia.net, 2009).	15
4.	Localização dos 59 ensaios selecionados para a meta análise da eficiência de fungicidas na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul.	44
5.	Frequência do número de ensaios em cada ano no período 1998-2007.	44
6.	Proporção do número ensaios selecionados por cultivares.	45
7.	Frequência dos níveis de severidade da Mancha Parda.	46
8.	Frequência dos níveis de produtividade (kg/ha) dos ensaios.	47
9.	Frequência dos níveis de redução de severidade (Rs), dos ensaios.	48
10.	Frequência dos níveis de retorno de produtividade (Rp), dos ensaios.	48
11.	Mediana ponderada de Rs por cultivares onde a caixa representa 50% dos valores de severidade (soma da severidade das manchas) dos tratamentos.	49

12. Mediana ponderada de Rp por cultivares onde a caixa representa 50% dos valores de produtividade (kg/ha) dos tratamentos..... 50
13. Distribuição de Rp e Rs em função da favorabilidade ambiental à doença determinada pela severidade de manchas foliares na testemunha..... 51
14. Redução de severidade (Rs) e retorno em produtividade (Rp), em função do número de aplicações de fungicidas nos tratamentos em 54 ensaios fungicidas conduzidos no período de 1998-2007 no Rio Grande do Sul..... 52
15. Relação entre os valores das medianas em relação a razão de severidade (Rs) e retorno de produtividade (Rp) para os ingredientes ativos mais freqüentes. Menores valores de Rs e maiores valores de Rp indicam melhor eficiência no controle e resposta da produtividade. 54

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o terceiro cereal mais produzido e consumido no mundo, ocupando cerca de 150 milhões de hectares (USDA, 2005), além de fazer parte da dieta básica de dois terços da população do planeta (Luzzardi *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2005). O Brasil já se posiciona como o maior produtor de arroz fora da Ásia, sendo que quatro estados da federação são responsáveis por aproximadamente 80% da produção nacional de arroz. Quanto ao consumo, o Brasil se coloca em 10º lugar e em 50º em consumo per capita (Gazzola *et al.*, 2009).

O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do Brasil, representando 77% do arroz irrigado colhido no país, com uma área cultivada de aproximadamente um milhão de hectares (Azambuja *et al.*, 2004; IRGA, 2006). Apesar disso, a produtividade média de arroz ainda está abaixo da alcançada em lavouras que adotam alto nível tecnológico e do potencial produtivo de áreas experimentais que é de 11 a 12 ton/ha (Mariot *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2005).

Segundo dados do IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz), a produtividade da cultura já ultrapassou a barreira de 7 mil kg/ha. Isso se

deve a investimentos e avanços na pesquisa que trouxe novas tecnologias como a resistência varietal, controle cultural (irrigação, adubação nitrogenada e potássica, manejo de restos culturais e qualidade fitossanitária de sementes), sistematização do solo, semeadura na época recomendada, controle de ervas daninhas, densidade e tratamento das sementes (EMBRAPA, 2002).

Apesar de todo avanço tecnológico a produção enfrenta dificuldades, dentre os fatores que limitam o potencial produtivo da cultura do arroz, destacam-se os fitossanitários como alta infestação de plantas daninhas como o arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) doenças como a brusone e mancha parda; pragas como o percevejo da panícula (*Oebalus poecilus* e *O. ypsilongriseus*) e fatores abióticos como a toxidez por ferro, salinidade e frio (Santos *et al.*, 2005).

Na região sul do Brasil, dentre as doenças, destaca-se a brusone cujos danos podem comprometer até 100% da produção das lavouras em anos com ataques epidêmicos (SOSBAI, 2007). Porém, danos significativos têm sido relacionados à incidência associada de várias doenças como a mancha-parda (*Bipolaris oryzae*), escaldadura (*Microdochium oryzae*) e de forma mais secundária ou localizada a incidência de mancha estreita (*Cercospora janseana*) (Celmer *et al.*, 2007).

O manejo integrado das doenças, é uma estratégia que vêm sendo implementada de maneira a conjugar medidas que atuem sobre a sobrevivência de patógenos dificultando o aparecimento e retardando a

progressão das epidemias. O uso de fungicidas é considerado um método complementar, principalmente em lavouras com histórico de danos freqüentes e em anos com condições climáticas muito favoráveis ao aparecimento de doenças (SOSBAI, 2007).

O controle químico tem sido considerado por muitos autores como um método importante no manejo da cultura visando a maximizar o ganho no rendimento. Estudos têm demonstrado que a escolha do ingrediente ativo somado à época e número de aplicações adequadas têm efeito direto no controle destas doenças (Celmer *et al.*, 2007, Dallagnol *et al.*, 2006). De maneira geral, os resultados apontam benefícios em determinadas situações, porém há inconsistências devido a fatores inerentes aos ensaios.

A meta-análise é uma técnica estatística utilizada em revisões sistemáticas em que se faz uma nova análise estatística com base nos dados publicados ou de experimentos oriundos de trabalhos anteriores. A técnica possibilita uma estimativa imparcial do efeito dos tratamentos, com aumento na precisão. Esta técnica considera a heterogeneidade entre estudos, permitindo desta forma um cálculo mecanicista de uma medida global do efeito (Lovatto *et al.*, 2007).

Na área da fitopatologia a meta análise é recente e tem sido usada para sumarizar resultados de eficiência de fungicidas obtidos em uma série de experimentos conduzidos em diferentes locais e anos. Na bibliografia recente de controle químico de doenças a meta análise já foi utilizada estudos de meta análise da eficiência de fungicida para o

controle da ferrugem da soja e da giberela do trigo (Paul *et al.*, 2007; Scherm *et al.*, 2009).

A presente monografia é estruturada de forma a apresentar uma breve revisão bibliográfica sobre a cultura do arroz, seus problemas fitossanitários, o manejo integrado e seus métodos, com ênfase no controle químico. Por fim, é conduzida uma revisão sistemática de trabalhos sobre controle químico de doenças do arroz irrigado seguido de uma meta análise da eficiência de fungicidas no controle de doenças do arroz e o retorno em produtividade da cultura do arroz em ensaios experimentais conduzidos na última década no Estado do Rio Grande do Sul.

Na meta análise, dados quantitativos como a severidade de doenças foliares na testemunha e nos tratamentos fungicidas, bem como a produtividade desses, foram retirados de trabalhos publicados em artigos científicos e também de laudos de eficiência de fungicidas fornecidos por um grupo de pesquisa. O estudo é inédito para a cultura do arroz no mundo e se levanta a hipótese de que a meta análise pode demonstrar se há benefícios no uso de fungicidas bem como identificar das situações em que as aplicações são justificadas e quais os aspectos que ainda devem ser melhor exploradas pela pesquisa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Cultura do Arroz

2.1.1 Arroz no Mundo

Cultivado pelo homem há seis milênios, o arroz (*Oryza sativa* L.) foi trazido do Oriente para a Europa por Alexandre Magno, no século VI a.C. (Nascimento, 2005). Expandiu-se para o resto do mundo através da Índia, e, no Brasil, foi introduzido no século XVI, por portugueses. Produzido e consumido em todos os continentes, o arroz destaca-se pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto econômico quanto social (EMBRAPA, 2005), e é considerado o alimento básico da maioria da população.

Segundo a FAO (2004), 850 milhões de pessoas em todo mundo passam fome de forma crônica sendo que mais de 50% destas, vivem em zonas que dependem da produção de arroz. Somente na Ásia, mais de dois milhões de pessoas obtêm de 60 a 70% do consumo de energia com arroz e seus derivados e na África é a fonte alimentar com maior crescimento.

O arroz tem importância significativa na segurança alimentar em um crescente número populacional de baixa renda e déficit alimentar, sendo responsável por 20% da fonte da energia alimentar da população mundial, enquanto que o trigo fornece 19% e o milho 5% (FAO, 2004).

O arroz é o produto básico para alimentação de mais de 3 bilhões de pessoas na Ásia. Os maiores produtores de arroz são a China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Filipinas, Japão e Brasil. A maioria são países em desenvolvimento e o processo de agregar valor ao produto ainda não está bem organizado. Na Índia tem ocorrido mudanças com o objetivo de modernizar o processo de beneficiamento do arroz para obter um produto de melhor qualidade e também uma melhor utilização do sub-produto o farelo de arroz (Arumughan & Skhariya & Arora, 2004).

A produção mundial de arroz cresceu a uma taxa média de 2,1% ao ano, de 1970 a 2004. Neste mesmo período, a área colhida com este cereal aumentou 0,4% ao ano e a produtividade das lavouras, 1,8% (Perozzi, 2005). Isso comprova que o crescimento da economia orizícola tem sido proporcionado pelo aumento da produtividade agrícola, e este pelo ganho tecnológico, já que o incremento da área contribuiu com apenas 1/5 do aumento da produção.

Cerca de 150 milhões de hectares de arroz são cultivados anualmente no mundo, produzindo 590 milhões de toneladas, sendo que mais de 75% desta produção é oriunda do sistema de cultivo irrigado (EMBRAPA, 2005).

A produção mundial de arroz não vem acompanhando o crescimento do consumo. Nos últimos seis anos, a produção mundial aumentou cerca de 1,09% ao ano, enquanto a população cresceu 1,32% e o consumo 1,27%, havendo grande preocupação em relação a estabilização da produção mundial (EMBRAPA, 2005). Segundo estimativas, até 2050, haverá uma demanda para atender o dobro desta população (Lobo, 2004). Calcula-se que nas próximas décadas, a produção mundial apresentará crescimento de aproximadamente 30% para atender o aumento da demanda.

2.1.2 Arroz no Brasil

Difundido largamente no país, o arroz é cultivado praticamente em todos os estados e consumido por todas as classes sociais, principalmente pelas de mais baixa renda. O arroz ocupa posição de destaque do ponto de vista econômico e social, sendo responsável por suprir a população brasileira com um considerável aporte de calorias e proteínas na sua dieta básica (Gomes *et al.*, 2004).

O Brasil é o nono maior produtor mundial, sendo que a cultura do arroz representa aproximadamente 5% do total de grãos produzidos, com cerca de 11 milhões de toneladas colhidas. No Brasil, o arroz representa 7,6% da área semeada e 10,7% da produção agrícola (CONAB, 2004). No ano de 2001/2002, a produção nacional foi oriunda 32% do cultivo de sequeiro e 68% do cultivo irrigado (Azambuja *et al.*, 2004).

A lavoura orizícola é de grande importância econômica, tendo resultado no ano 2000, 3,34 bilhões de reais de produção, representando 6,7% do valor bruto da produção agrícola nacional (R\$ 49,75 bilhões). Apenas a soja, milho, café e cana-de-açúcar têm valor bruto maior do que a orizicultura (EMBRAPA, 2005).

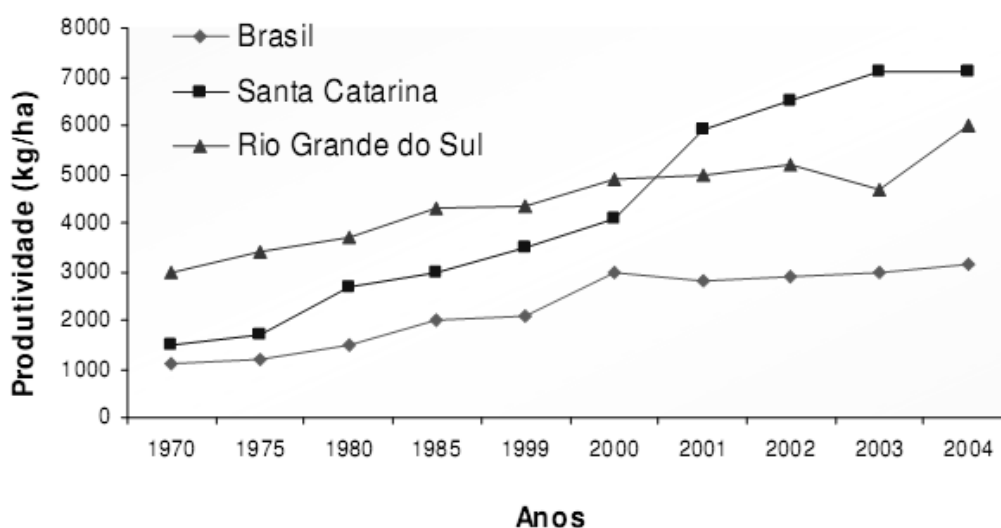


FIGURA 1. Evolução da produtividade na cultura do arroz no Brasil e nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (Richard E. Bacha, 2008).

O Rio Grande do Sul é responsável por cerca de 50% do total da safra nacional do arroz, participando com 3% do total do PIB agrícola brasileiro e gerando 175 milhões de ICMS e 250 mil empregos no estado (EMBRAPA, 2005). Hoje, o cultivo de arroz irrigado no RS é de importância sócio-econômica inquestionável, sendo produzido em praticamente todas as regiões da metade sul do Estado, que possuem solos de várzea aptos para este tipo de cultivo, contribuindo com

aproximadamente 30% da produção total de grãos do Estado (IRGA, 2001). A orizicultura gaúcha contribui com 2,3% do produto interno bruto do Estado (Langon, 2000).

Os maiores estados produtores são Rio Grande do Sul e Mato Grosso, apresentando respectivamente, produções de 5,9 milhões de toneladas e 817 mil toneladas (IBGE, 2007).

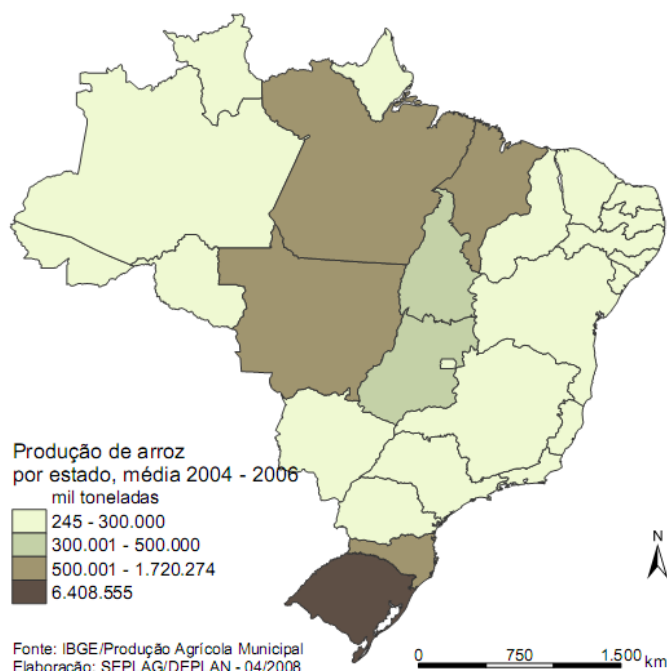


FIGURA 2. Mapa das principais regiões produtoras de arroz no Brasil. (IBGE, 2006).

No Rio Grande do Sul se cultiva predominantemente o arroz irrigado por alagamento, contribuindo com aproximadamente 2/3 da produção total de arroz nacional. São cerca de um milhão de hectares utilizados anualmente com a cultura do arroz irrigado, com produções

estáveis apresentando uma produtividade média (6.000 kg/ha na safra 2005/06 - ANUÁRIO BRASILEIRO DO ARROZ, 2006) próxima das obtidas em países tradicionais no cultivo (EUA, Austrália e Japão) (Azambuja et al., 2004). Porém, ainda está distante do rendimento obtido em algumas áreas experimentais e em partes de lavouras comerciais do Estado, que alcançam até o dobro da média estadual.

A produtividade de arroz irrigado nas últimas décadas tem uma trajetória ascendente no RS, em virtude do uso de cultivares com alto potencial produtivo e do uso apropriado de insumos e tecnologias modernas (Menezes & Ramirez, 2003). A ciência oferece a base para incrementar a produtividade e a eficiência dos sistemas baseados no arroz. As tecnologias avançadas permitem aos agricultores cultivar mais arroz em uma menor área com menor quantidade de água e mão de obra, e também agrotóxico, reduzindo os danos ao meio ambiente. Paralelamente, há uma redução nos custos e melhoria na qualidade do produto (FAO, 2004).

2.1.3 Problemas Fitossanitários

A cultura do arroz possui diversos problemas, além dos referentes às alternâncias do mercado (preço e demanda), ainda existe um conjunto de fatores que incluem oscilações climáticas, dificuldades no controle de invasoras, no manejo e disponibilidade de irrigação e incidência de pragas e doenças, que possui como consequência a baixa produtividade da cultura.

Insetos, doenças e moluscos, enquadram-se atualmente entre os principais problemas que afetam a economicidade da cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2002). Entre as pragas que reduzem a economicidade da cultura do arroz irrigado na região Subtropical do Brasil destacam-se espécies de insetos, moluscos, e pássaros, que causam perdas de produtividade de 10 a 35% (EMBRAPA, 2005).

Alterações tecnológicas no sistema de produção, como a expansão do plantio direto e do arroz pré-germinado tem modificado a situação de insetos-pragas nos arrozais. Os insetos, anualmente ocorrem em 25% da área orizícola, reduzindo em 10% a produtividade (600 kg de grãos/ha) (EMBRAPA, 2002).

Insetos podem causar danos à cultura desde a semeadura a época de formação dos grãos (Fritz *et al.*, 2008). Segundo Gallo (2002), os danos causados pelos insetos às plantas são variáveis, podendo ser observados em todos os órgãos vegetais, entretanto dependem da espécie e do nível populacional da praga, do estágio de desenvolvimento e estrutura vegetal atacada e da duração do ataque, obtendo assim um maior ou menor prejuízo quantitativo ou qualitativo.

Os ecossistemas que compreendem as áreas de arroz irrigado e seus arredores abrigam uma grande diversidade de insetos (Hook, 1994). Entre as espécies de insetos que são mais prejudiciais ao arroz irrigado destacam-se: *Spodoptera frugiperda* (lagarta-da-folha), *Oryzophagus*

oryzae (gorgulho-aquático), *Tibraca limbativentris* (percevejo-do-colmo) e *Oebalus poecilus* (percevejo-do-grão) (EMBRAPA, 2005).

O arroz, durante todo seu ciclo, é afetado também por doenças que reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. A incidência e a severidade das doenças dependem da ocorrência de patógeno virulento, de ambiente favorável e da suscetibilidade da cultivar (EMBRAPA, 2006).

A ocorrência anual de doenças, em 10% da área orizícola do Estado, está fortemente associada a práticas inadequadas de manejo da cultura (EMBRAPA, 2002). Diversas doenças atacam a cultura do arroz irrigado provocando danos e perdas que geram instabilidade na produtividade das lavouras, atingindo em média, 10 a 15% do potencial produtivo (Balardin, 2003).

Conforme Ribeiro & Sperandio (1998) e Ribeiro (1996), entre todas as doenças que ocorrem em lavouras de arroz, a mais importante, devido ao prejuízo causado na produtividade, é a Brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.), sendo seguido pelas de menor importância como a Mancha Parda (*Bipolaris oryzae* Breda de Haan), a Escaldadura das Folhas (*Gerlachia oryzae* (Hask & Yok) W. Sams), a Mancha das Glumas (*Phoma* sp., *Phoma sorhina*, *Curvularia lunata*, *Nigrospora oryzae*, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., e bactérias); Podridão do colmo (*Sclerotium oryzae* Catt.); Queima das bainhas (*Rhizoctonia solani* Khun), a Mancha das bainhas (*Rhizoctonia oryzae* Riker & Gooch); a Mancha estreita (*Cercospora janseana*).

2.2 Doenças

2.2.1 Principais Doenças do Arroz Irrigado

Devido ao uso intensificado nas áreas de cultivo, sérios problemas de natureza sanitária foram criados, de maneira especial nos países de terceiro mundo. A ocorrência de doenças é um dos principais fatores limitantes da produção. A planta de arroz, em qualquer fase de desenvolvimento, está sujeita a doenças que reduzem tanto a qualidade quanto a quantidade final do produto. Entre os prejuízos diretos, causados pelas doenças em arroz, incluem-se a redução do estande de plantas, grãos manchados, menor número e/ou tamanho de grão e redução geral na eficiência produtiva dessas plantas (Miura, 2002).

A prevalência e a severidade das doenças dependem da presença de patógeno virulento, da suscetibilidade da cultivar utilizada e de condições ambientais favoráveis (Nunes *et al.*, 2004). Um número grande de microrganismos são disseminados sendo os fungos os que causam o maior número de enfermidades nas plantas e que ocorrem com maior frequência do que bactérias e nematóides (Zapata, 1985).

Segundo o livro de recomendações técnicas do Arroz Irrigado (IRGA, 2007), a brusone (*Pyricularia oryzae* (Cooke)) é a doença em destaque, pois seus danos podem comprometer até 100% da lavoura em anos epidêmicos. Ainda, é colocado segundo a ordem de importância manchas de glumas (vários fungos e bactérias), queima das bainhas (*Rhizoctonia solani*), podridão do colmo (*Sclerotium oryzae*), mancha parda (*Bipolaris oryzae*), mancha estreita (*Cercospora janseana*),

escaldadura da folha (*Gerlachia oryzae*), podridão do colar (*Sarocladium oryzae*) cárie ou carvão preto do grão (*Tilletia barclayana*), ponta branca (nematóide *Aphelenchoides besseyi*) e a podridão de bainhas (*Sclerotium rolfsii*).

2.2.2 Danos e perdas por doenças

Os danos causados por microrganismos são bastante variáveis, estando na dependência do patógeno envolvido e do inóculo inicial do mesmo, da espécie cultivada, das condições climáticas vigentes no decorrer do desenvolvimento da cultura, etc. (Lucca Filho, 2006). As alterações que ocorrem são refletidas em perdas quantitativas e qualitativas. As quantitativas são as mais facilmente observáveis, refletem o metabolismo das sementes, resultando na redução no conteúdo da matéria seca das sementes. Já as qualitativas são devidas, sobretudo às reações químicas e enzimáticas, à presença de materiais estranhos, impurezas e ao ataque microbiano, resultando em perdas de valor germinativo e comercial (Elias, 2002).

A produtividade da cultura do arroz é afetada por diversos fatores, sendo as doenças fúngicas responsáveis por danos variáveis entre 20 e 50% na produtividade das lavouras de arroz no Rio Grande do Sul (Balardin & Borin, 2001), havendo um destaque neste trabalho para as doenças: Brusone, Mancha Parda, Escaldadura e Mancha Estreita (FIGURA 3).

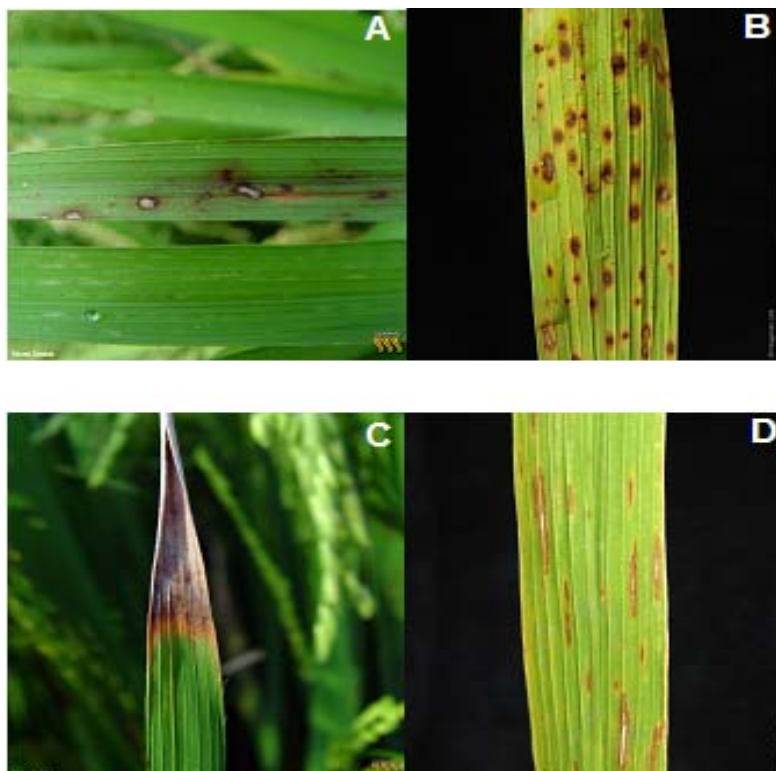


FIGURA 3. Sintomas de Brusone (A), Mancha Parda (B), Escaldadura (C) e Mancha Estreita (D). (Fitopatologia.net, 2009).

A Brusone ocorre em todo o território brasileiro, do Rio grande do Sul ao Amazonas. Os prejuízos são variáveis, sendo maiores em arroz de sequeiro, no Centro-Oeste brasileiro, onde em situações mais drásticas, as perdas podem chegar até 100% (Prabhu *et al.*, 1999).

Prabhu *et al.*, (1999) citando Frantini & Soave, relatam que no Rio Grande do Sul, a doença causa grandes danos, atingindo em alguns anos, de 5 a 10% da área cultivada. Contudo dentro dessa mesma área atacada, a severidade variou desde 10-15% até 70-80% da média da produção de algumas lavouras. Neste estado, os ataques da brusone são mais severos nas lavouras localizadas na depressão central e no litoral do Rio Grande do Sul.

A Mancha Parda é uma doença comum no Brasil e assume grande importância econômica, principalmente nas Regiões Norte e Nordeste (Prabhu *et al.*, 1999). As perdas atribuídas a essa doença não são tão drásticas, porém, são significativas em função da suscetibilidade da variedade e da ocorrência de condições ambientais favoráveis.

A mancha parda, também citada na literatura como mancha marrom, é uma das principais doenças causadoras de manchas nos grãos, e pode causar danos de 12 a 30% no peso dos grãos, e de 18 a 22% no número de grãos cheios por panícula, além de causar chochamento e perda de qualidade, por causa do gessamento e coloração escura (Prabhu & Filippi, 1997)

Segundo Ribeiro (1984), essa doença é a principal causa das manchas dos grãos, tanto em arroz irrigado como em sequeiro. Afeta a emergência das plântulas nas lavouras semeadas mais cedo, em outubro, e as plantas adultas próximas da maturação. Em lavouras mais antigas, na região Sul, com sistematizações do solo mal conduzidas, os focos da Mancha Parda são severos e as sementes colhidas nesta área apresentam maiores percentuais de contaminação por *B. oryzae* (Ribeiro, 1996).

De acordo com Prabhu *et al.* (1999), a escaldadura da folha vem se manifestando em níveis significativos em todas as regiões brasileiras, principalmente nas Regiões Norte e Centro Oeste, tanto em ambientes de várzea como em terras altas. A doença tem potencial de reduzir significativamente a produção, através da destruição da área foliar, sendo

facilmente encontrada em percentuais variando de 20 a 50% (Ribeiro,1996).

Segundo Funck & Kempf (2008), a mancha estreita é uma doença que não apresenta muitos danos, embora seja de ocorrência comum. Cultivares precoces, semeadas na época recomendada (meados de outubro), apresentam menor incidência da doença. Em épocas tardias (mês de dezembro), os ataques são semelhantes tanto sobre cultivares precoces como tardias.

2.3 Manejo Integrado de doenças do arroz

2.3.1 Estratégias gerais no manejo integrado

O manejo integrado de pragas baseia-se no inter-relacionamento dos elementos dos agroecossistemas, tais como clima, solo, planta, medidas culturais, organismos benéficos, controle químico, constituindo-se num plano de medidas voltados para diminuir o uso de agrotóxicos na produção convencional.

Até ao final da década de 80, o manejo integrado de pragas (MIP) em arroz irrigado no RS, foi pouco considerado em relação a outros componentes-chave do sistema de produção. Contudo, com o paulatino agravamento da problemática na cultura, instituições de pesquisa implementaram estratégias de ação, visando melhorias no MIP (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 1999).

O manejo integrado de pragas e doenças é uma estratégia de controle múltiplo de infestações que se fundamenta no controle ecológico e nos fatores de mortalidade naturais procurando desenvolver táticas de controle que interfiram minimamente com esses fatores com o objetivo de diminuir as chances dos insetos ou doenças de se adaptarem a alguma prática defensiva em especial (WWF, 2009).

O objetivo dessa estratégia não é o de eliminar os agentes, mas reduzir sua população de modo a permitir que seus inimigos naturais permaneçam na plantação agindo sobre suas presas favorecendo a volta do equilíbrio natural desfeito pela plantação e pelo uso de defensivos agrícolas. Dessa forma, requer o entendimento do sistema da plantação como um todo e o conhecimento das inter-relações ecológicas entre os insetos agressores, seus inimigos naturais e o ambiente onde está inserida a plantação (WWF, 2009).

Deve ser esclarecido que a ocorrência e o nível dos prejuízos causados variam de ano para ano e de local para local, em função das variações naturais das condições ecológicas, meteorológicas, prevalência de raças dos patógenos, suscetibilidade das cultivares e manejo das práticas culturais. Por isso, o uso de medidas de controle integrado são sempre mais eficientes do que a adoção de um método isolado de controle como aplicar simplesmente fungicidas (IRGA, 2007).

O MIP é um conceito aberto por definição, a todas as tecnologias, modernas ou mais antigas, que permitam controlar com eficiência as pragas e doenças muito numerosas e diversificadas, com o menor custo

econômico e ambiental (EMBRAPA, 2005). A decisão de tomada de uma ação contra a infestação de insetos ou doenças requer o entendimento do nível de tolerância da plantação sem refletir em perda econômica substancial. Para tanto, é necessário o acompanhamento e a pesquisa na plantação para estimar o grau de abundância e severidade da infestação. As táticas usuais recomendadas do Manejo Integrado de Pragas são: (WWF, 2009).

2.3.2 Controle Genético

O uso de plantas resistentes provavelmente é o exemplo de maior sucesso no controle biológico, a médio e longo prazos. O emprego de cultivares resistentes, sob o ponto de vista fitossanitário, será provavelmente a chave para o controle de pragas, doenças e plantas invasoras (Zambolim, 2000).

O desenvolvimento de cultivares pode ser a única forma de produzir resultados imediatos no controle de pragas e doenças, antes que se tenha necessidade de utilizar produtos fitossanitários químicos (Zambolim, 2000).

A partir da variabilidade genética identificada em diversos patógenos, os programas de melhoramento vegetal buscam incorporar genes de resistência de tal modo que a virulência dos patógenos seja contra posta de forma duradoura (Balardin, 2003).

A obtenção de cultivares resistentes constitui-se em componente importante no manejo de doenças da cultura do arroz. Este é o método

mais prático e econômico para controlar as doenças das plantas. Entretanto, na prática, a resistência em níveis elevados, geralmente não ocorre em uma única cultivar para todas doenças, ou não é durável por vários anos (IRGA, 2007).

Assim, sempre é necessário escolher cultivares de arroz com maior resistência ou tolerâncias às principais doenças ocorrentes na região, somando os efeitos desta resistência a outras medidas preventivas de controle integrado, tornando os danos economicamente menores e o nível de controle obtido mais eficiente e duradouro (IRGA, 2007).

Trocando as cultivares a cada 3 ou 4 anos, evita-se a perda da resistência pelo aumento da pressão de seleção das raças virulentas específicas e escalonar a época de semeadura, evitando que condições favoráveis às doenças atinjam todo o cultivo. Plantar alternadamente variedades que não sejam hospedeiras das mesmas pragas, para quebrar ou interromper o ciclo de desenvolvimento das mesmas também é uma forma de manter a eficiência neste tipo de controle (IRGA, 2007).

2.3.3 Controle Cultural

A cultura do arroz possui uma série de recomendações para diminuir a pressão das doenças, porém, evitar a entrada dos agentes que prejudicarão devido à falta de profilaxia e prevenção, deve ser à base das considerações quanto ao manejo. Assim, as sementes utilizadas devem apresentar alta qualidade tanto fisiológica quanto fitossanitária (Balardin, 2003). Utilizando adequadamente as práticas recomendadas para o

cultivo do arroz, normalmente é suficiente para evitar ataques severos das doenças, ao mesmo tempo em que promove o aumento da produtividade.

Cada estratégia tem suas peculiaridades e podem ser utilizadas isoladamente ou em combinação para o controle de uma doença de planta. Para esta escolha é necessário primeiramente identificar o agente causal, conhecer suas características e as condições ambientais que favorecem seu desenvolvimento (Nechet, 2006).

A sistematização do terreno é uma estratégia que proporciona a distribuição uniforme da lâmina de água nos tabuleiros, reduzindo a incidência de doenças como a brusone, além de facilitar a drenagem superficial. (Rangel & Fonseca, 2006).

Drenar áreas baixas e alagadiças, favorece a decomposição dos resíduos orgânicos e a conseqüente diminuição dos fungos de solo (*Rhizoctonia*, *Sclerotium* e outros) (IRGA, 2007).

Antecipar o preparo do solo, eliminando restos de cultura infectados acelerando sua decomposição, diminui a disponibilidade do inóculo e associando isso à antecipação da semeadura, evita que o arroz seja atacado pela brusone e doenças necróticas (IRGA, 2007).

Escalonamento da época de semeadura, evitando eventuais condições ambientais favoráveis às doenças atingindo todo o cultivo, usando a densidade recomendada pela pesquisa e espaçamento não muito reduzido, evitando excesso de plântulas e sombreamento mútuo (IRGA, 2007).

Uma adubação equilibrada, evita o crescimento vegetativo exagerado das plantas pelo uso excessivo de nitrogênio, provocando uma pseudo-resistência, ou seja, o fornecimento de certos nutrientes à planta pode provocar mudanças fisiológicas na mesma, tornando-a desfavorável ao desenvolvimento do inseto e doenças. Além disso, uma cultura que contém a maioria dos nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, mostra-se mais resistente ao ataque de pragas (IRGA, 2007).

Faz-se necessário que seja feito um controle de ervas daninhas, pois além da interferência direta no desenvolvimento da cultura, estas ainda são hospedeiras e transmissoras de doenças propiciando condições ambientais favoráveis, como sombreamento, temperatura e umidade (Balardin, 2003).

2.3.4 Controle Químico

Sob a ótica do MIP, somente quando as táticas anteriores se mostraram ineficazes para controlar a infestação na plantação então o uso de defensivos agrícolas se torna justificável (WWF, 2009).

Em muitas plantações, produtos como os inseticidas, fungicidas e herbicidas ainda são os principais meios de controle de pragas, pois são relativamente baratos, fáceis de aplicar, transportar e são versáteis, pois podem ser apresentados em diferentes formas, tais como, pós, aerossóis, líquidos, granulados, iscas, e de liberação lenta (WWF, 2009).

Os fungicidas mais recentes são geralmente utilizados em quantidades relativamente pequenas devido à sua ação mais potente

contra os patógenos de plantas. No entanto, sua margem de segurança para mamíferos e outros organismos que não são alvos, não é menor e é freqüentemente maior quando os novos fungicidas são comparados peso-por-peso com os antigos compostos (Brent, 1995).

A freqüência e a periodicidade de pulverização não mudaram muito quando comparadas às recomendações anteriores, embora o advento dos fungicidas sistêmicos tenha permitido um maior grau de liberdade para estes parâmetros, e aumentou a possibilidade de utilização de métodos para a determinação do limiar das doenças ou para prever doenças.

A resposta ao controle químico tem se mostrado variável entre as diferentes cultivares. Um dos fatores que determina o nível de resposta dos fungicidas é o momento de sua aplicação. Deve ser destacado que a aplicação de um fungicida visa à proteção da planta contra o estabelecimento de patógenos, impedindo que os mesmos causem dano.

De acordo com a FAO, os fungicidas são insumos importantes e imprescindíveis para a produção mundial de alimentos. Os fungicidas, além de terem função na manutenção do potencial produtivo das culturas, contribuem também para a manutenção da germinação e vigor das sementes, e no prolongamento da vida útil dos frutos em pós-colheita (Zambolim, 2000).

O tratamento do arroz com fungicidas pode ser um método complementar eficiente, principalmente naquelas lavouras com histórico

de danos freqüentes e nos anos em que ocorrerem condições climáticas muito favoráveis ao aparecimento de doenças.

As sementes de arroz podem veicular esporos de diversos fungos, causando prejuízos à emergência e ao desenvolvimento das plantas de arroz, comprometendo a produção e a qualidade do produto final, já que a semente é um dos meios mais eficientes de transporte de fungos a longas distâncias e, pela contaminação destas durante o período de armazenagem (Medeiros, 2002).

Para que o tratamento de sementes seja eficaz, existe uma série de requisitos básicos, tais como: tipo de produto a ser utilizado, método e equipamentos empregados, dosagens, tipos de patógenos, modo de sobrevivência do patógeno na semente, potencial de inoculo sobre a semente ou no seu interior, variabilidade do patógeno quanto à sensibilidade ao tratamento químico e condições de campo em que a semente tratada será semeada (Dhingra, 1984).

Segundo Machado (2000), o tratamento de sementes constitui uma medida valiosa, pela simplicidade de execução, baixo custo relativo e eficácia sobre vários aspectos. A razão da importância do tratamento de sementes firma-se nos aspectos de valor agregado à semente pela proteção; em ser uma ferramenta para aumentar a produção e a qualidade e no gerenciamento mais flexível da cultura (Baudet & Peske, 2006).

Muitos produtos foram desenvolvidos pela indústria agroquímica, nos últimos anos, para controle de doenças nas diversas culturas,

entretanto poucas mudanças têm ocorrido na maneira como esses produtos são aplicados, pois a eficiência do tratamento não depende só da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e da distribuição desses na superfície alvo (Meneghetti, 2006).

Segundo o conceito moderno de tecnologia de aplicação de defensivos, uma boa aplicação é aquela que, realizada no momento correto, proporcionando uma cobertura suficiente do alvo e depositando a quantidade de defensivos necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de evitar a ocorrência de danos econômicos (Matuo, 1998).

A eficiência da tecnologia de aplicação é determinada pela adequada colocação e distribuição do produto no alvo. Pulverizações aéreas de fungicidas em arroz são muito utilizadas para evitar prejuízos devido aos danos mecânicos causados pelo trânsito dos implementos. A qualidade da aplicação aérea é superior à aplicação terrestre com a utilização de pulverizadores convencionais; reduz o tempo de aplicação; reduz a quantidade de vinculantes, sendo rápidas, quando planejado de uma forma organizada e permite a aplicação do defensivo no momento certo e oportuno (Resende, 2007).

Alguns fungicidas controlam uma ampla gama de doenças fúngicas, enquanto outros apresentam um espectro limitado de atividade contra um ou dois grupos específicos de patógenos de plantas (Brent, 1995). Muitas vezes, o uso de um produto protetor, de ação ampla e de contato, ou a

sua associação com um outro produto sistêmico de maior especificidade, poderá conferir um controle mais satisfatório e com melhor relação custo/benefício. Normalmente, isto ocorre nos casos de ataques não muito intensos de brusone, em associação com outras doenças (mancha parda, mancha estreita, escaldadura, rizoctonioses e manchas de glumas) (Brent, 1995).

Atualmente, cerca de 135 compostos diferentes com ação fungicida, que são formulados e comercializados em um grande número de produtos diferentes, são utilizados pela agricultura mundial (Brent, 1995).

2.3.5 Classes de produtos químicos

Os fungicidas podem ser divididos em protetores, erradicantes e sistêmicos, quando se avalia sua ação na planta. Fungicidas mais modernos como triazóis e estrobilurinas, apresentam interfaces para estes dois mecanismos, havendo triazóis extremamente seletivos e de alta translocação na planta até os menos seletivos e de baixa translocação na planta. A relação entre a rápida translocação e a ação do fungicida na planta depende da sua lipossolubilidade e da sua hidrossolubilidade. (Juliatti, 2009).

Nesse contexto, uma característica importante dos fungicidas, na decisão sobre a técnica de aplicação, é o modo de ação do produto. Os fungicidas de contato são eficazes somente no local de aplicação, exigindo boa cobertura da planta. Os fungicidas sistêmicos, entretanto,

translocam-se para partes distantes do local de aplicação. Vale ressaltar que, atualmente, novos tipos de produtos têm surgido no mercado (Cunha & Teixeira, 2003).

Quanto ao modo de ação sobre fungos, têm-se os fungicidas protetores (cúpricos, estanhados, carbamatos, nitrilas), que atuam de forma inespecífica nas membranas dos fungos, inibindo a ação protéica e enzimática (Juliatti, 2009). Em algumas situações, os depósitos em excesso destes fungicidas podem causar fitotoxicidade em plantas, principalmente quando são usadas misturas de tanque e na presença de óleos (Juliatti, 2009).

Conhecendo o mecanismo de ação de um dado composto é possível predeterminar as condições sob as quais atuará mais eficientemente, além de também revelar que espécies de microrganismos serão mais susceptíveis àquele agente.

Com relação ao controle através do uso de fungicidas, é recomendada a pulverização alternada com fungicidas de diferentes modos de ação, visando a evitar o surgimento de biótipos resistentes. Existem três tipos de fatores envolvidos na resistência de fungos a fungicidas, sendo definidos como relativos ao fungo, relativos ao fungicida e relativos ao uso do fungicida. O risco do surgimento de resistência relativa ao fungicida é proporcional à especificidade do modo de ação do fungicida. Por essa razão, os fungicidas sistêmicos, mais específicos e seletivos, são mais predispostos à resistência. Entretanto, a resistência pode, também, ser desenvolvida para fungicidas protetores, desde que

possuam grande especificidade na ação sobre o patógeno (Reis & Forcelini, 1993).

Os benzimidazóis são fungicidas que atuam na divisão celular de fungos, interrompendo o ciclo mitótico. Na realidade, impedem a formação da placa metafásica durante a divisão celular. Os primeiros e os mais modernos triazóis atuam na formação do ergosterol, que é um importante lipídio fúngico para a formação da membrana das células. A ausência desta camada leva ao colapso da célula fúngica (micélio) e à interrupção do crescimento micelial (corpo fúngico). As acilalaninas, que atuam em espécies do reino cromista (míldios), são inibidores da síntese ou formação de proteínas. Deste modo, atuam tanto na fase de formação do esporângio quanto na liberação dos zoósporos (Juliatti, 2009).

As estrobilurinas agem através da inibição da respiração mitocondrial, que bloqueia a transferência de elétrons, no sítio Qo, interferindo na produção de ATP (Santos, 2007).

Dentre as estratégias de controle recomendadas por SANTOS, 2007, destacam-se: utilizar misturas de fungicidas (sistêmico e protetor), restringir o número de aplicações por safras, manter a dose recomendada pelo fabricante, evitar o uso erradicante, aumentar a diversidade química.

A prevenção ainda é a melhor forma de controle, pois aplicam-se ao conceito da proteção de plantas. Desta forma, a menor pressão de seleção na população do patógeno permite um menor risco de aparecimento e multiplicação das formas resistentes em patógenos com alta mutabilidade vertical (Juliatti, 2009).

2.3.6 Tecnologia de Aplicação em Arroz Irrigado

O controle de doenças, pragas e plantas daninhas nas áreas de cultivo constitui uma preocupação constante do agricultor. Esse processo só pode ser feito de maneira correta e rentável com emprego de tecnologia adequada. Na maioria das vezes, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e pouca à técnica de aplicação. A consequência é a perda em eficácia, quando não o fracasso total do tratamento, com superdosagens ou subdosagens, que levam à perda em rentabilidade dos cultivos e a danos ao ambiente e à própria saúde das pessoas que realizam a aplicação (Cunha & Teixeira, 2003).

Tecnologia de aplicação de agrotóxicos é o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com mínimo de contaminação de outras áreas (Garrido, 2003). Acoplar equipamentos para deslocar as plantas e permitir a penetração da calda pulverizada nas camadas médias e basais das plantas é uma das demandas no desenvolvimento de equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários (PLANTIO DIRETO, 2005).

O clima tem um grande efeito tanto sobre a ocorrência de pragas e doenças como também na eficiência obtida após a aplicação de um determinado produto. É aconselhável que as pulverizações com agrotóxicos sejam realizadas nas horas mais frescas o dia, ou seja, pela manhã e ao final da tarde, a fim de evitar a evaporação rápida do produto

aplicado. As aplicações eficientes são conseguidas também com velocidade de vento inferior a 2,0 m s⁻¹. Na prática, velocidade entre 2,0 e 3,1 m s⁻¹ as folhas das árvores são ligeiramente agitadas. Deve-se interromper a pulverização quando o valor da velocidade ultrapassar 3,0 m s⁻¹ (Matuo, 1990).

Em dias de alta temperatura o fenômeno da evaporação das gotas de pulverização é bastante problemático, agravando-se principalmente nos dias secos. As aplicações com gotas médias a pequenas, muitas vezes não chegam a atingir o alvo, evaporando antes (Garrido, 2003).

A medida que a planta cresce e aumenta o índice de enfolhamento devem-se efetuar os necessários ajustes, como o aumento do volume de aplicação ou a diminuição do tamanho de gotas tornado-as mais concentradas, proporcionando assim o aumento no grau de cobertura do alvo (Garrido, 2003).

Qualquer quantidade de produto químico que não atinja o alvo não terá qualquer eficácia e estará representando uma forma de perda. A fixação pouco exata do alvo eleva invariavelmente a perda de grande proporções, pois o produto é então aplicado sobre partes que não têm relação direta com o controle. Por exemplo, em média, 30% do produto aplicado visando folhas atingem o solo por ocasião da aplicação (Matuo, 1990).

O tamanho da gota aplicada é diretamente relacionado à penetração do produto, à uniformidade de distribuição e à efetividade de deposição (Alonso, 1998). As principais formulações de agrotóxicos mais

empregadas utilizando a água como veículo são: pó molhável, concentrado emulsionável e a suspensão concentrada (Azevedo, 2001).

Deve-se lembrar que a mobilidade desses produtos nas plantas é menor que a de outros agrotóxicos, como é o caso de alguns herbicidas, o que exige uma cobertura de gotas maior (Resende, 2007).

A grande maioria das aplicações de agrotóxicos é feita por meio de pulverização, ou seja, pela geração e emissão de partículas líquidas. A divisão do líquido em pequenas gotas ocorre nos bicos de pulverização. Estes podem ser considerados como os componentes mais importantes dos pulverizadores hidráulicos, pois determinam as características da pulverização emitida. Atualmente, existe no mercado uma diversidade de bicos hidráulicos de pulverização para a desintegração do líquido em gotas, conferindo diferentes características técnicas operacionais (Cunha & Teixeira, 2003).

Na aplicação de agrotóxicos por via líquida, o tamanho de gota é um dos mais importantes fatores para a eficácia do controle. O tamanho da gota aplicada é diretamente relacionado à penetração do produto, à uniformidade de distribuição e à efetividade de deposição. Para fungicidas se recomendam-se gotas com diâmetro de 100 a 200 μm , resultando em 70 a 100 gotas cm^2 ; para inseticidas 50 a 200 μm e 50 a 70 gotas cm^2 e para a aplicação de herbicidas 200 a 300 μm e 20 a 30 gotas cm^2 . A medição do número de gotas por cm^2 pode ser facilmente obtida utilizando-se papel sensível a água, distribuído pelo dossel da planta e

pulverizando-se água nas mesmas condições empregadas durante a aplicação dos agrotóxicos (Alonso, 1998).

Tradicionalmente, para tratamentos fungicidas, utiliza-se pontas de jato cônico vazio. Estas pontas têm como característica uma maior deposição de líquido na porção mais externa do cone, enquanto no centro, praticamente não há gotas. Possuem um padrão de distribuição com menos líquido no centro, aumentando depois um pouco, para voltar a cair bruscamente nos extremos, dificultando sua utilização em barra de pulverização. Geralmente, são recomendadas para aplicações em culturas com grande massa foliar, onde a penetração do jorro e a cobertura é essencial. Normalmente, trabalham submetidas a uma pressão de 200 a 1000 kPa (30 a 150 psi), produzindo um ângulo de 60° a 80° e gotas pequenas. Embora proporcionando uma satisfatória cobertura do alvo, essas gotas aumentam o risco de contaminação ambiental em função da deriva (Cunha & Teixeira, 2003).

As pontas de jato plano, bastante utilizadas na aplicação de herbicidas, apresentam um padrão de deposição triangular, o que facilita sua utilização em barras de pulverização. Além disso, por trabalharem submetidas a pressões menores, geralmente entre 100 e 400 kPa (15 e 60 psi), geram gotas de maior tamanho. Portanto, constituem uma possível alternativa para reduzir os inconvenientes das aplicações de fungicidas utilizando pontas de jato cônico vazio. No entanto, podem reduzir a cobertura e penetração do jato pulverizado (Cunha & Teixeira, 2003).

Tradicionalmente, os agricultores têm utilizado bicos de jato cônico em volumes de pulverização superiores a 300 L/ha, para aplicação de fungicida em culturas anuais. Entretanto, deve-se avaliar também a possibilidade de uso de bicos de jato plano, em menores volumes de pulverização, no caso de aplicação de fungicidas (Cunha & Teixeira, 2003).

Schröder (2004) comenta que a tendência mundial é o uso de volumes cada vez menores e, que trabalhos apresentados em congressos em todo mundo e o desenvolvimento de novos equipamentos de pulverização caminham todos nesse sentido.

2.4 Revisões sistemáticas e meta análise

2.4.1 Conceitos

Segundo Finney (1995), o termo meta-análise foi utilizado pela primeira vez, no sentido aqui adotado, por G.V. Glass, em 1976, em um artigo intitulado “Primary, secondary and meta-analysis of research”, na revista Educational Research. Antes disso, em diversos trabalhos foram utilizadas técnicas estatísticas para combinar ou reunir dados já publicados ou utilizados em outros estudos, sem, entretanto ter-se cunhado um termo específico para definir o método utilizado.

O surgimento de um termo específico para definir esse procedimento ocorreu ao mesmo tempo em que aumentava muito a sua

utilização em diversas áreas do conhecimento. A explicação para esse aumento da popularidade da meta-análise nas últimas três ou quatro décadas pode estar na atual explosão de informação por que passa o mundo todo e, em especial, o mundo científico ou acadêmico (DIRETÓRIO, 2009).

Além desse alto crescimento na quantidade de publicações, temos ainda o aumento significativo na velocidade da divulgação dos trabalhos via internet. Também associado ao desenvolvimento dos recursos eletrônicos e computacionais, vimos aumentar muito a capacidade de aquisição, armazenamento, transporte e análise de dados na forma digital, o que, com certeza, influenciou na decisão de alguns cientistas em reanalisarem ou superanalisarem conjuntos de dados ou resultados já disponíveis ao invés de obterem seus próprios dados (Luiz, 2002).

Diante disso, várias alternativas foram sugeridas para analisar e sistematizar as informações. A meta-análise permite, em caso de resultados aparentemente discordantes obter uma visão geral da situação (Boissel et al., 1989; Boissel, 1994; D'agostino & Weintraub, 1995).

Métodos tradicionais de revisão têm como objetivo extrair informações de trabalhos publicados com ou sem (mais comum) análises estatísticas. Quando são realizadas análises estatísticas, os testes usados às vezes não são adequados por serem dependentes do tamanho da amostra. Isso pode fazer com que resultados não significativos não tenham mesmo peso que os significativos. A meta-análise muda o

enfoque, a direção e a magnitude dos efeitos entre os estudos (Lovatto, 2007).

Uma meta-análise visa extrair informação adicional de dados pre-existentes através da união de resultados de diversos trabalhos e pela aplicação de uma ou mais técnicas estatísticas. É um método quantitativo que permite combinar os resultados de estudos realizados de forma independente (geralmente extraídos de trabalhos publicados) e sintetizar as suas conclusões ou mesmo extrair uma nova conclusão (Luiz, 2002).

Uma meta-análise, então, seria aquela que muda ou transcende o resultado de análises anteriores, sendo uma reflexão crítica sobre elas. Ainda, mais literalmente, podemos afirmar que a meta-análise é uma análise de análises. O uso dado ao termo associou-o ainda aos métodos quantitativos, ou seja, para se configurar uma meta-análise não basta que se analisem qualitativamente os resultados de trabalhos anteriores, como em uma revisão, pois é imprescindível uma nova análise estatística dos dados ou resultados reunidos para que o processo receba essa designação (Luiz, 2002).

A forma como os dados poderão ser tratados dependerá quase totalmente da fonte de onde eles foram obtidos, pois essa determina o seu detalhamento. Se só dispusermos das estatísticas dos dados, como médias, coeficientes angulares, proporções, as técnicas disponíveis para a análise conjunta serão diferentes daquelas que poderão ser aplicadas quando se dispuser dos dados brutos ou originais (DIRETÓRIO, 2009).

Praticamente qualquer técnica de análise estatística poderá ser aplicada em meta-análises, dependendo apenas da natureza dos dados e dos objetivos do estudo; uma descrição detalhada de diversos testes estatísticos que podem ser utilizados em meta-análise aparece no trabalho de Pereira, 1996. Da mesma maneira, qualquer área do conhecimento poderá fazer uso da meta-análise para elucidar problemas cuja abordagem por experimentos ou levantamentos individuais abrangentes tem fortes impedimentos prático ou custos muito elevados (Luiz, 2002).

Segundo Sauvant et al. (2005), para transformação de resultados de pesquisa em um conhecimento utilizável, um único experimento não pode ser conclusivo para uma inferência, já que os resultados de um experimento refletem as condições experimentais. Embora as metodologias do experimento sejam estabelecidas para que os resultados amostrais possam ser extrapolados à população, a comunidade científica geralmente confirma os primeiros resultados através de experimentos adicionais (Lovatto, 2007).

Um aspecto crítico das revisões tradicionais é que elas ignoram as diferenças de condições experimentais aplicadas entre os estudos. Isso evidencia que, sem o ajuste dessas diferenças através de ferramentas apropriadas, os resultados não serão compilados na base de dados de forma coerente e confiável (Anello & Fleiss, 1995). A variabilidade observada inter-experimentos é, normalmente, atribuída à variação aleatória (Victor, 1995).

A meta-análise possibilita uma estimativa imparcial do efeito de tratamento, com um aumento da precisão. Devido aos efeitos conflitantes, os estudos individualizados produzem estimativas de associações que divergem de abordagens mais sistêmicas. A consideração completa de heterogeneidade entre estudos, em particular de possíveis fontes de variação, permite um cálculo mecanicista de uma medida global de efeito (Lovatto, 2007).

2.5 Revisão quantitativa da eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares e retorno em produtividade do arroz irrigado

2.5.1 Critérios de Seleção de Ensaios

A primeira etapa das revisões sistemáticas é a busca na literatura especializada sobre os trabalhos publicados no tema. A sistematização da revisão segue a seleção de trabalhos segundo alguns critérios definidos pelo pesquisador. No presente trabalho a revisão foi feita em artigos publicados em revistas científicas e resumos expandidos de anais de congresso, para reunir trabalhos de controle químico e coletar dados de eficiência de fungicidas e de retorno em produtividade a partir da década de 1990.

Além dos dados publicados, foram obtidos laudos de resultados de ensaios de eficiência técnica de fungicidas encomendados por empresas do setor de defensivos agrícolas, com resultados não publicados,

constantes em experimentos conduzidos por grupos de pesquisa no sul do Brasil.

Os seguintes critérios foram utilizados para a seleção dos trabalhos a serem incluídos no estudo: 1) Ensaio deveria ser conduzido no Estado do Rio Grande do Sul e com metodologia similar na sua condução; 2) O trabalho deveria informar a severidade máxima de doença(s) foliar(es) (mancha parda, escaldadura, brusone e mancha estreita) e 3) Informar a produtividade de cada tratamentos nos ensaios.

Após a seleção, as informações das tabelas dos trabalhos como as médias de severidade e produtividade dos tratamentos, por exemplo, foram extraídas e incluídas em uma nova tabela. Nessa nova tabela cada entrada consistiu de um tratamento fungicida, oriundo de cada estudo independente, em que foram associadas às seguintes informações: severidade de doenças foliares nos tratamentos fungicidas e na testemunha; produtividade no tratamento fungicida e na testemunha; coeficiente de variação do ensaio; local do experimento (município); ano de plantio; cultivar; princípio ativo, classe e grupo do fungicida; número de aplicações no ensaio e estágio da cultura nas aplicações. Para sumarizar as informações dos ensaios foi utilizada estatística descritiva.

2.5.2 Variáveis resposta e meta-análise

Para quantificar o efeito dos fungicidas foram criadas duas variáveis. A primeira variável foi retorno de produtividade (Rp) que, por conceito, é o retorno em produtividade em resposta ao tratamento

fungicida, correspondendo à produtividade (kg/ha) no tratamento dividida pela produtividade da testemunha do ensaio. Desta forma, quanto maior o valor de R_p (superior a 1), maior será o retorno em produtividade; exemplo, $R_p=1.20$, significa um aumento de 20% na produtividade devido ao tratamento fungicida.

Ainda, foi testada a eficiência dos fungicidas na supressão da severidade da doença expressa como razão da severidade (R_s), avaliada pela severidade da doença no tratamento, dividida pela severidade da doença da testemunha. Assim, R_s representa a diferença da severidade da doença tratada em relação a testemunha. Desta forma, quanto menor for o valor de R_s , mais efetivo foi o tratamento; exemplo, $R_s=0.20$, significa um controle da doença de 80% devido ao tratamento fungicida.

A distribuição dos valores de R_p e R_s , bem como de seus valores transformados, apresentaram desvio de uma distribuição normal, sendo usados métodos não paramétricos para a análise de dados (Kruskal-Wallis) conforme outro trabalho de meta análise publicado na área de fitopatologia (Scherer et al., 2009).

No contexto da meta-análise, a variável R_p e R_s devem ser ponderadas, onde um maior peso é dado aos tratamentos de ensaios com menor variabilidade. No presente trabalho, a variável resposta foi ponderada pela severidade total de doenças foliares na testemunha. A justificativa é que os ensaios com maior severidade na testemunha permitem uma melhor discriminação do efeito dos tratamentos fungicidas (sendo atribuído, portanto maior peso). Além disso, a severidade de

doenças na testemunha apresentou relação significativa inversa com a variabilidade do ensaio, de maneira similar a outro estudo de meta-análise em fitopatologia (Scherer et al., 2009). As análises foram feitas no SAS.

2.5.3 Variáveis moderadoras da resposta

Os tratamentos fungicidas foram agrupados para permitir análises comparativas e identificar variáveis de influência nos valores de Rp. Foram criados os seguintes grupos ou variáveis moderadoras:

- I. Cultivar;
- II. Favorabilidade à doença, determinada com base na soma da severidade de doenças foliares nas testemunhas das doenças de cada ensaio, nas classes baixa (<15%) média (>15-30%) e alta (>30%) e;
- III. Número de aplicações, comparando-se uma versus duas ou mais aplicações;
- IV. Classe dos produtos isolados ou em mistura, neste caso foi calculada a diferença (Δ) da mediana ponderada de Rp com pareamento de classes. Por exemplo, para calcular o ΔR_p do confronto entre triazóis (DMI) e estrobilurinas(QOI), a mediana de Rp do primeiro foi diminuída da mediana de Rp da segunda classe e as médias discriminadas pela hipótese de nulidade ($\Delta R_p=0$);

- V. Princípios ativos utilizados relacionando os valores das medianas em relação a razão de severidade (Rs) e retorno de produtividade (Rp).

2.5.4 Resultados da revisão sistemática com meta análise

2.5.4.1 Seleção dos trabalhos

A revisão da literatura especializada sobre controle químico de doenças na cultura do arroz permitiu encontrar um total de 25 artigos/resumos de congresso. Junto ao grupo de pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (Prof. Ricardo Silveiro Balardin) foram obtidos 59 laudos de eficiência técnica de ensaios fungicidas conduzidos ao longo da última década.

Aplicando-se os critérios de seleção dos trabalhos para inclusão na análise, foram excluídos 9 artigos/resumos e 22 laudos que não atendiam os critérios de seleção por ausência de alguma informação ou por outro motivo conforme os critérios. Dos 53 trabalhos selecionados, constam 16 artigos/resumo (TABELA 1) e 37 laudos, foi montada uma tabela que continha 548 linhas (entradas) dos tratamentos fungicidas oriundos dos 59 ensaios conduzidos nos 53 trabalhos.

Tabela 1. Artigos/resumos publicados selecionados na revisão sistemática para se realizar a meta análise do efeito de fungicidas no

controle de doenças foliares do arroz e incremento em produtividade.

Autor	Nome do Trabalho	Fonte	Ano
Celmer et al.	Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado	Pesquisa Agropecuária Brasileira	2007
Dallagnol et al.	Dano das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas	R. Brasileira Agrociência	2006
Maciel et al.	Comparação de fungicidas para o controle de doenças e incremento de rendimento do cultivar IRGA 417 em Dona Francisca, Rio Grande do Sul	Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado	2005
Dallagnol et al.	Efeito do controle químico de doenças foliares sobre a produção e qualidade de arroz	Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado	2005
Chaves et al.	Verificação da eficácia de controle químico da mancha parda na cultura do arroz irrigado (<i>Oryza sativa</i> L.)	Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado	2005
Rubin et al.	Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado	Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado	2005
Moreira et al.	Diferentes estádios de aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do arroz irrigado	Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado	2005
Balardin, R. S.	Controle de doenças na cultura do arroz irrigado	Reunião da cultura do arroz irrigado. Anais Pelotas.	1999
Costa et al.	Controle químico da cárie do grão do arroz (<i>Tilletia barclayana</i>) sobre o cultivar de arroz irrigado IRGA 422 CL	XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Pelotas, RS	2007
Lenz et al.	Controle de <i>Drechslera oryzae</i> em arroz irrigado, cv. IRGA 422 CL, em diferentes momentos de aplicação de fungicidas	XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Pelotas-RS	2007
Maciel et al.	Avaliação de fungicidas para o controle de doenças da parte aérea do cultivar EPAGRI 108	XXV Reunião da cultura do arroz irrigado, ANAIS, Balneário Camboriú-SC	2003
Celmer et al.	Controle de mancha de bainhas no arroz irrigado	XXV Reunião da cultura do arroz irrigado, ANAIS, Balneário Camboriú-SC	2003

continuação Tabela 2. Artigos/resumos publicados selecionados na revisão sistemática para se realizar a meta análise do efeito de fungicidas no controle de doenças foliares do arroz e incremento em produtividade.

Maciel et al.	Avaliação de fungicidas para o controle de doenças da parte aérea do cultivar IRGA 417	XXV Reunião da cultura do arroz irrigado, ANAIS, Balneário Camboriú-SC	2003
Celmer et al.	Controle químico de doenças foliares no arroz irrigado	XXV Reunião da cultura do arroz irrigado, ANAIS, Balneário Camboriú-SC	2003
Bayer et al.	Relação entre infecção foliar e manchas em grãos de arroz causadas por <i>Bipolaris oryzae</i>	XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Pelotas, RS	2007
Perini et al.	Aplicação de fungicidas com 95% das panículas emitidas no controle de <i>Tilletia barclayana</i> e <i>Drechsleraoryzae</i> na cultura do arroz irrigado	XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Pelotas, RS	2007

2.5.4.2 Características dos ensaios selecionados

Os ensaios analisados no conjunto de trabalhos selecionados foram conduzidos em aproximadamente 10 anos (1998-2007). Estes 59 ensaios foram conduzidos em 14 municípios: São Vicente do Sul (13), Santa Maria (9), Dona Francisca (8), Camaquã (5), Restinga Seca (5), São Pedro do Sul (5), Eldorado do Sul (4), Cachoeirinha (3), Agudo (1), Palmares do Sul (1), Rio Pardo (1), Santa Cruz do Sul (1), Santo Antônio da Patrulha, Torres (1) e um indefinido pelo artigo (Figura 4). Observou-se maior predominância de ensaios conduzidos na safra de plantio em 2004 (Figura 5).

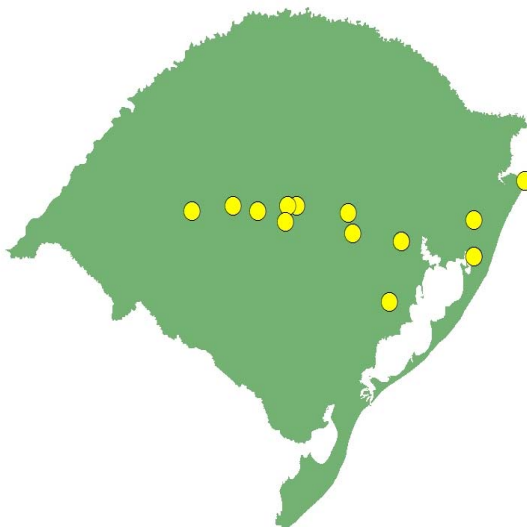


FIGURA 4. Localização dos 59 ensaios selecionados para a meta análise da eficiência de fungicidas na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

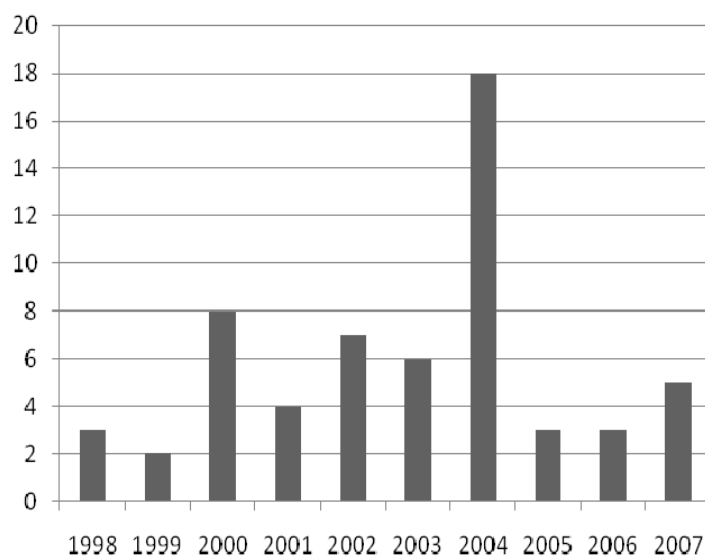


FIGURA 5. Frequência do número de ensaios em cada ano no período 1998-2007.

Os ensaios foram conduzidos com sete cultivares, sendo a cultivar IRGA 422CL mais utilizada nos experimentos. (Figura 6).

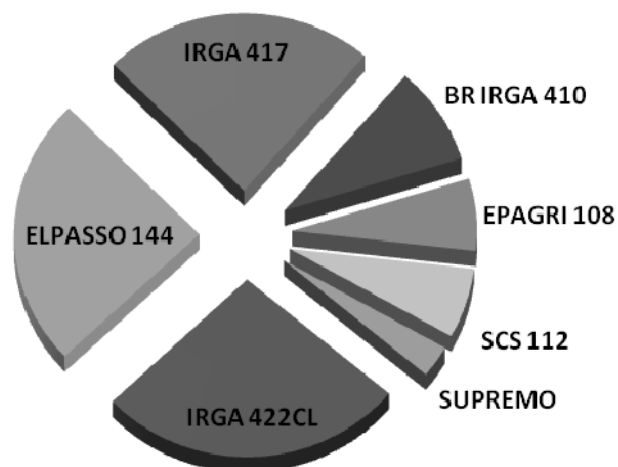


FIGURA 6. Proporção do número ensaios selecionados por cultivares.

Quanto aos produtos químicos, foram utilizados nos trabalhos 35 princípios ativos, tendo predominância de fungicidas do grupo DMI (inibidores da demetilação) e QOI (estrobilurinas), aplicados isolados ou em mistura.

Dentre as doenças observadas e quantificadas, a mancha parda foi a predominante, detectada e quantificada em 55/59 ensaios selecionados. Outras, com menor frequência, foram a escaldadura (33/59), a brusone (16/59) e a mancha estreita (5/59).

A severidade total de doenças foliares na testemunha variou de 0 a 76.86%, de forma que 44 dos 59 ensaios foram conduzidos sob condições de média a alta favorabilidade ambiental para o progresso das doenças.

No entanto, a mancha parda apresentou valores inferiores à 10% para a maioria dos ensaios conforme mostra o gráfico de frequência (FIGURA 7).

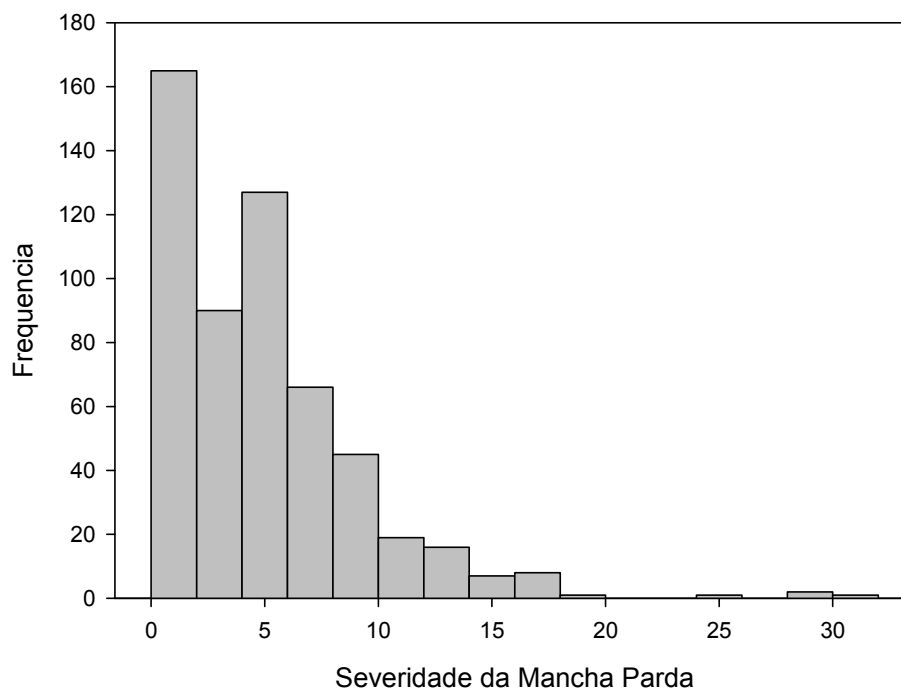


FIGURA 7. Frequência dos níveis de severidade da Mancha Parda.

A produtividade nos ensaios variou de 2500 a 13000 kg/ha, sendo que entre 5000 e 8000 kg, apresentaram maior frequência nos ensaios (FIGURA 8).

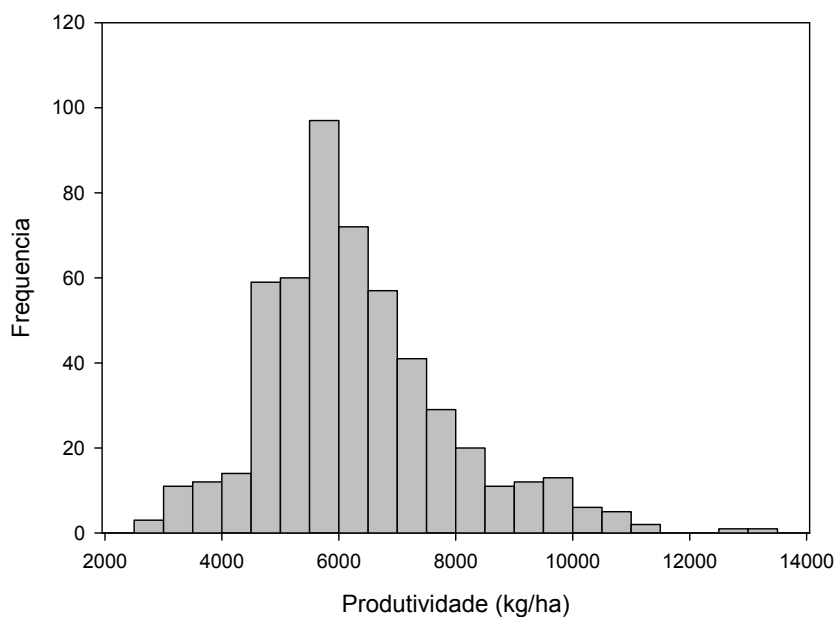


FIGURA 8. Frequência dos níveis de produtividade (kg/ha) dos ensaios.

2.5.4.3 Efeito global de fungicidas no controle e na produtividade

Quanto à eficiência média global, ou seja, considerando todos os tratamentos analisados, o controle da mancha parda, ou seja, a redução da severidade no tratamento em relação à testemunha, essa mostrou valores acima de 70%, demonstrando alta eficácia dos fungicidas em reduzir a severidade da doença (FIGURA 9). Quanto ao retorno em produtividade, a mediana ponderada da Rp foi de 1.13, significando um incremento global de 13% na produtividade das parcelas tratadas com qualquer fungicida (FIGURA 10).

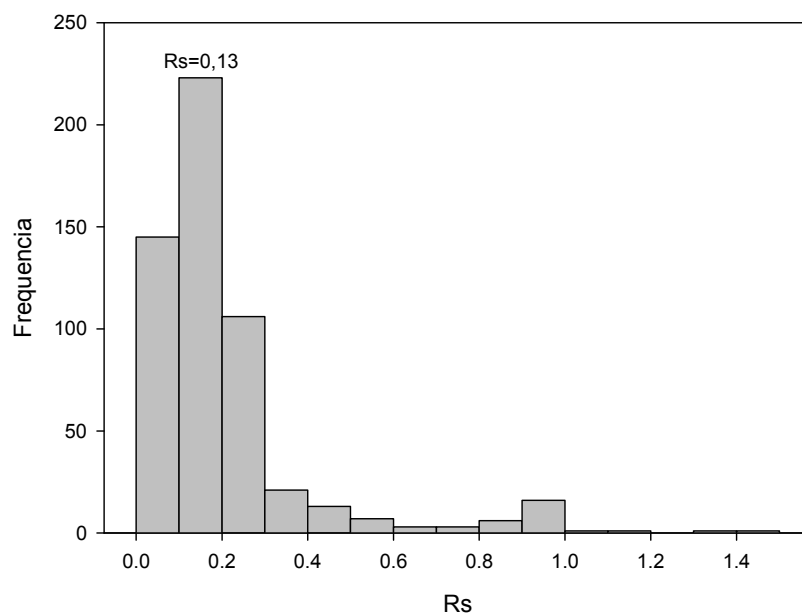


FIGURA 9. Frequência dos níveis de redução de severidade (R_s), dos ensaios.

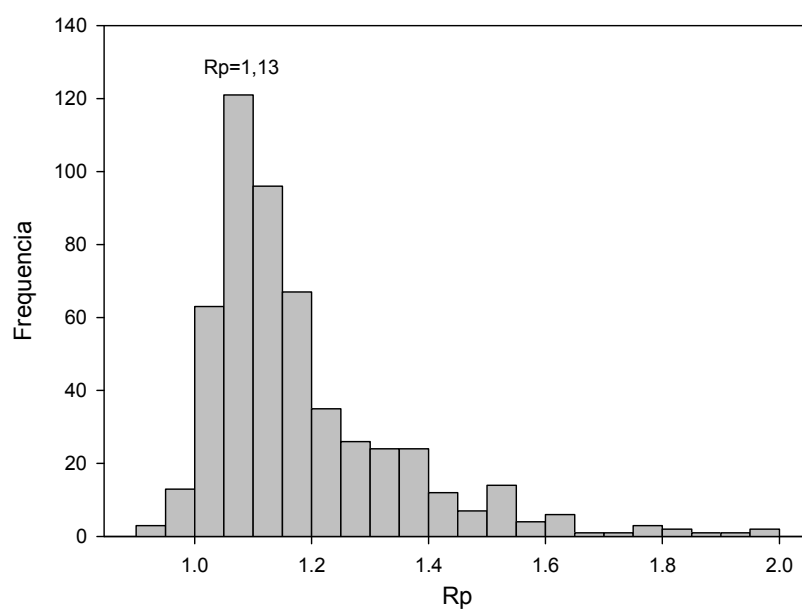


FIGURA 10. Frequência dos níveis de retorno de produtividade (R_p), dos ensaios.

2.5.4.4 Efeito moderado pela cultivar

A discriminação de Rs por cultivares apresentou a cultivar IRGA 417 com menor severidade (FIGURA 11), mesmo com um Rs de apenas 0.38. A cultivar SCS 112, apresentou melhor efeito dos tratamentos. A cultivar EPAGRI 108, foi a que apresentou a menor eficiência de Rs, com 0.42.

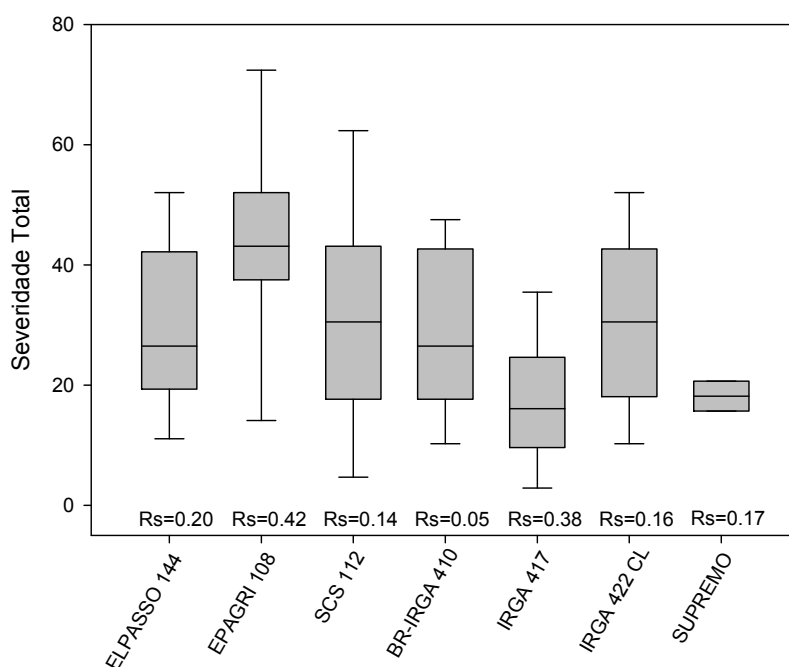


FIGURA 11. Mediana ponderada de Rs por cultivares onde a caixa representa 50% dos valores de severidade (soma da severidade das manchas) dos tratamentos.

Quanto a Rp por cultivares (FIGURA 12), mostrou que a mais produtiva (SCS 112) apresentou maior retorno em produção com a aplicação do fungicida (Rp=1.30). Um segundo grupo apresentou valores

de Rp variando de 1.14 a 1.24, sendo que as cultivares EPAGRI 108, BR-IRGA 410 e IRGA 417 tiveram as menores respostas, com Rp=1.14.

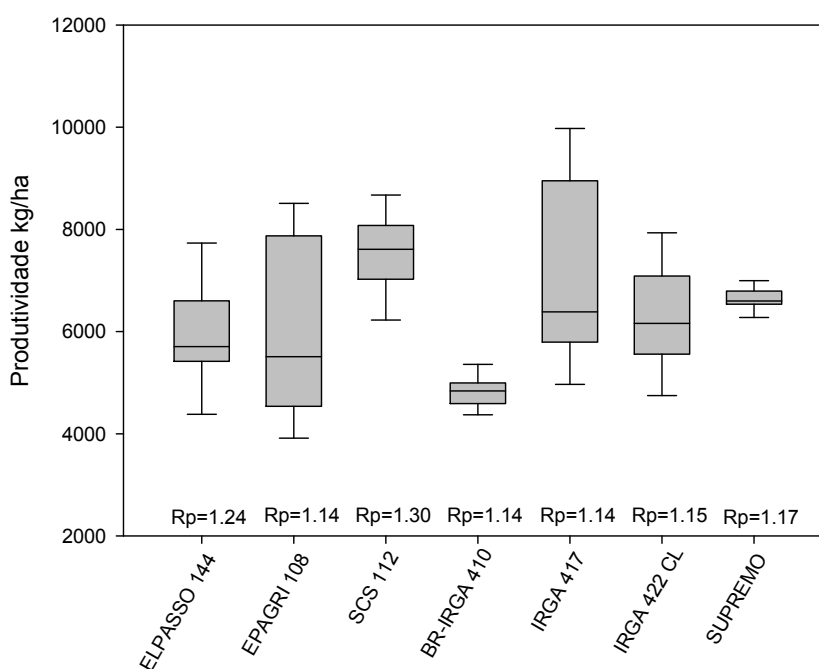


FIGURA 12. Mediana ponderada de Rp por cultivares onde a caixa representa 50% dos valores de produtividade (kg/ha) dos tratamentos.

2.5.4.5 Efeito moderado pela “pressão de doença”

Quanto às condições de “pressão de doença” nos ensaios, maiores valores de Rp foram obtidos sob condições de média favorabilidade, com valores médios de Rp ao redor 1.25, enquanto que sob condições de alta ou baixa favorabilidade, os valores de Rp foram mais baixos, ao redor da mediana global (FIGURA 13B). Para Rs, a mediana global teve uma

pequena superioridade para baixa e média favorabilidade, indicando menor eficiência no controle (FIGURA 13A).

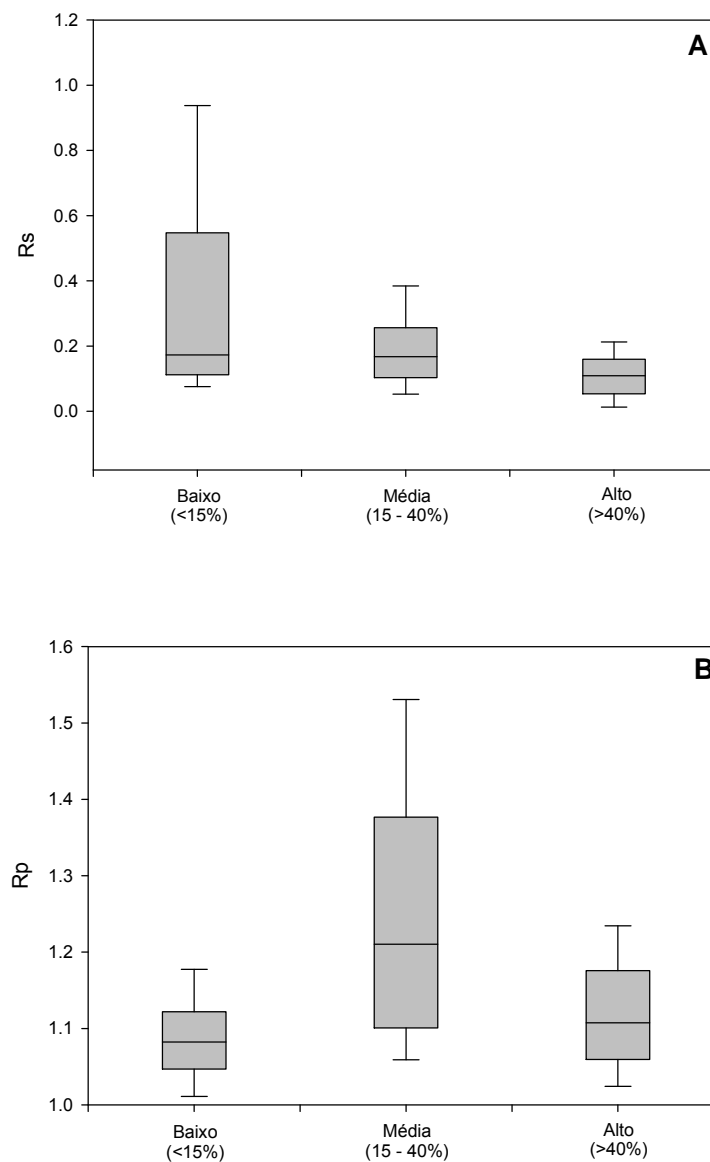


FIGURA 13. Distribuição de R_p e R_s em função da favorabilidade ambiental à doença determinada pela severidade de manchas foliares na testemunha.

2.5.4.6 Efeito moderado pelo número de aplicações

Quanto ao número de aplicações (FIGURA 14), houve um ligeiro incremento significativo nos valores de Rp e maior eficiência no Rs quando feitas duas aplicações.

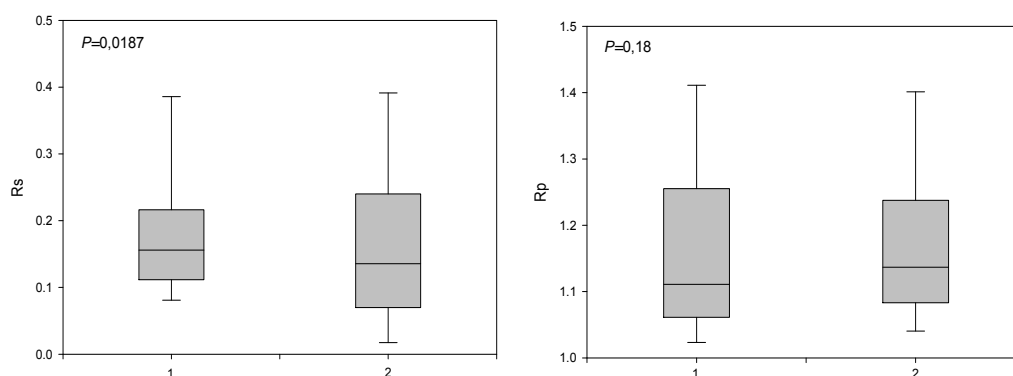


FIGURA 14. Redução de severidade (Rs) e retorno em produtividade (Rp), em função do número de aplicações de fungicidas nos tratamentos em 54 ensaios fungicidas conduzidos no período de 1998-2007 no Rio Grande do Sul.

2.5.4.7 Efeito moderado pelo grupo químico

No confronto de grupos químicos, o uso da mistura de DMI+QOI proporcionou maior incremento na produtividade e no controle da doença maior do que quando comparada a aplicações simples de tais grupos fungicidas. Na tabela 2, o pareamento dos grupos foi feito considerando a diferença entre as medianas ponderadas de Rs e Rp (Δ), sendo testado pelo desvio de zero (hipótese de nulidade). Assim, um valor negativo de ΔRp na comparação entre DMI vs. DMI + QOI indica melhor eficácia da mistura no rendimento da cultura. Um valor negativo de ΔRs na

comparação entre DMI vs. DMI + QOI indica maior eficácia da mistura no controle da doença.

TABELA 3. Diferença entre medianas ponderadas de ΔR_s e ΔR_p , e a respectiva significância (P) pela aplicação de DMI, QOI ou misturas em ensaios para controle de Mancha Parda no Rio Grande do Sul na última década.

Grupo Químico	N	ΔR_p	P (Rp)	ΔR_s	P (Rs)
DMI x QOI	491	-0.02	0.04	-0.02	0.11
DMI x DMI+QOI	302	-0.04	0.04	-0.04	0.0001
QOI x DMI+QOI	299	-0.02	0.61	-0.02	0.13

2.5.4.8 Efeito moderado por princípios ativos

Nos 10 princípios ativos mais freqüentes (TABELA 3, FIGURA 4), o mais utilizado foi o Tebuconazole, porém o Trifloxistrobin foi o que teve melhor Rp, com incremento de 27%. O melhor controle das doenças foi Tetraconazol, com 84% de eficiência.

TABELA 4. Princípios ativos mais freqüentemente usados nos 59 ensaios de fungicidas e seus respectivos valores de redução de severidade (Rs) e retorno de produtividade (Rp).

Princípios Ativos	N	Rs	Rp
Trifloxistrobin	34	0.19	1.27
Tebuconazole	96	0.18	1.22
Trifloxistrobin + Propiconazol	27	0.2	1.22
Tetraconazol	34	0.16	1.2
Azoxistrobin	75	0.19	1.18
Tiofanato Metílico	17	0.22	1.18
Carbendazin	18	0.31	1.14
Mancozeb	16	0.23	1.09
Triciclazol	48	0.31	1.08
Miclobutanil	28	0.28	1.08

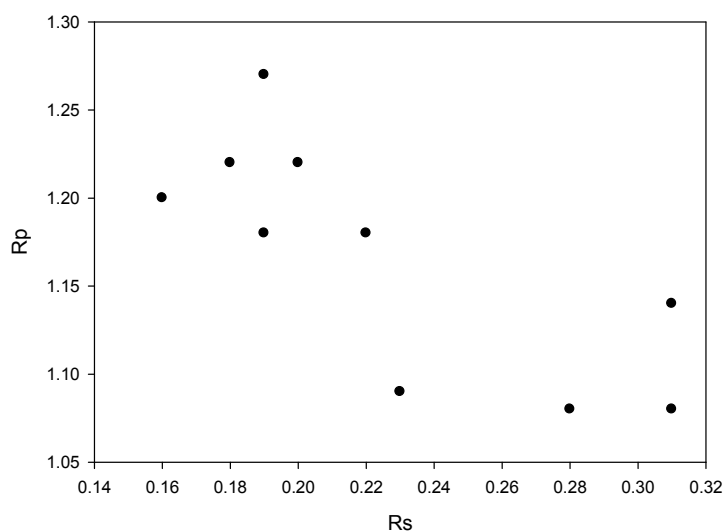


FIGURA 15. Relação entre os valores das medianas em relação a razão de severidade (Rs) e retorno de produtividade (Rp) para os ingredientes ativos mais freqüentes. Menores valores de Rs e maiores valores de Rp indicam melhor eficiência no controle e resposta da produtividade.

2.5.4.9 Discussão e considerações gerais

Os resultados da revisão sistemática e meta análise de dados de eficiência de fungicidas observados em experimentos conduzidos em 10 anos demonstram os benefícios das aplicações de fungicidas na redução da severidade de doenças foliares e no incremento da produtividade do arroz no estado do RS, bem como a variação da resposta às aplicações sob diferentes condições (variáveis moderadoras).

O retorno na produtividade (R_p) pelo uso do controle químico é uma variável que depende do patossistema em estudo. Scherm et al. (2009), estimaram um retorno global com aplicações fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) de 43% em 71 ensaios fungicidas; resultado bastante superior à 13% na cultura do arroz, o que pode estar relacionado com o maior potencial de danos da ferrugem da soja comparada às doenças foliares mais frequentes nos ensaios em arroz irrigado no sul do Brasil, onde se verificou que a pressão de doenças foliares é relativamente mais baixa, principalmente se considerando a brusone, doença mais importante e limitante da produção de arroz nas condições de cerrado e algumas regiões do sul do Brasil como Santa Catarina.

Cultivares com alto potencial produtivo, como o caso apresentado pela cv. SCS 112 têm melhor resposta ao controle químico, como função do potencial de danos e pela ausência, na maioria dos casos, de resistência varietal (Prabhu *et al.*, 2003; Moreira *et al.*, 2005).

Ainda, uma resposta duas vezes superior à mediana global do retorno em produtividade foi verificada em situações de moderada pressão de doença, não se observando o mesmo para situação de baixa ou alta pressão de doenças, quando aplicações de fungicidas poderiam ter pouco efeito devido ao baixo dano provocado pelas doenças ou, no segundo caso, por serem menos eficazes sob condições de alta pressão de doenças, situação que precisa ser melhor explorada pela pesquisa.

Melhores resultados foram obtidos em tratamentos com misturas de fungicidas comparadas a aplicações isoladas de um grupo de produtos, tal como foi verificado para a ferrugem da soja (Scherin et al., 2009). Tal fato pode ser relacionado ao maior espectro fungitóxico e combinação de modos de ação distintos, com maior ação curativa, no caso dos DMI's e protetor (residual mais longo) para os fungicidas QOI.

Dentre os fatores que influenciam a produtividade da cultura pelo uso dos fungicidas destacam-se a suscetibilidade e potencial produtivo do hospedeiro, a eficiência do princípio ativo e o nível de doença no momento da aplicação além da "favorabilidade" à ocorrência das epidemias (Ojiambo & Scherin, 2006; Miles et al., 2007; Paul et al., 2007).

O maior retorno em produtividade obtido com duas aplicações versus uma, reflete o período de suscetibilidade da cultura às diferentes doenças, as quais podem causar danos à cultura pela ocorrência desde as fases iniciais do ciclo vegetativo ou ainda durante a fase reprodutiva da lavoura (Moreira et al., 2005). Assim, aplicar antes e depois da floração

pode apresentar efeito diferencial produtividade, porém devem ser realizados mais estudos sobre o melhor período de aplicação.

Entre os princípios ativos incluídos neste estudo, existe uma significativa associação negativa entre R_p e R_s , indicando, como poderia se suspeitar, que os tratamentos mais eficientes em reduzir a doença também se mostraram com melhor resposta em produtividade.

Os princípios ativos com melhor desempenho foram o Trifloxistrobin aplicado isoladamente ou em mistura com Propiconazol, juntamente com Tebuconazole e Tetraconazol, pois além de apresentarem melhor retorno médio na produtividade (acima de 22%), ainda tiveram uma redução na severidade superior a 80%.

3 CONCLUSÕES

- A análise conjunta do uso e eficiência de fungicidas na cultura do arroz evidencia os benefícios das aplicações de fungicidas na redução de doenças foliares e retorno em produtividade.
- Maiores incrementos na produtividade foram alcançados quando se realizou duas aplicações de misturas de triazóis com estrobilurinas, em cultivares mais produtivas e, sob situações onde a pressão de doença era moderada.
- Na comparação entre os princípios ativos, houve destaque para os Trifloxistrobin isolado e em mistura com Propiconazol, que apresentaram juntamente com Tebuconazole e Tetraconazol melhores efeitos na produtividade e na redução de doenças foliares
- O uso de fungicidas na cultura do arroz é uma medida importante no manejo integrado de doenças do arroz que pode trazer benefícios sob situações que justifiquem a sua utilização.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, A. dos S. Equipamentos e tecnologia de aplicação de defensivos. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. do C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília,DF: Embrapa SPI, 1998. p. 296-317.

ANELLO, C.; FLEISS, J. L. Exploratory or analytic meta-analysis: Should we distinguish between them? **Journal of Clinical Epidemiology**, New Haven, v.48, n.1, p.109-116, 1995.

ANUARIO BRASILEIRO DO ARROZ. Santa Cruz do Sul: Grupo Gazeta de Comunicações, 2006. 136 p.

ARUMUGHAN, C.; SKHARIYA, R.; ARORA, R. Rice bran oil: an untapped health food. **International New on Fats, Oils and Related Materials**, Urbana, IL, v.15, p.706-708, 2004.

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI Jr, F. J.; MAGALHÃES Jr. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr, A. M. **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.

AZEVEDO, L. A. S. de. **Proteção integrada de plantas com fungicidas: teoria, prática e manejo**. São Paulo: [s.n.], 2001. 230 p.

BACHA, R. E. **Arroz irrigado em Santa Catarina**. Epagri, 2008. v.12. Disponível em: <www.aedb.br/seget/artigos08/12_arroz-agronomica-seget_2008.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2009.

BALARDIN, R. S. **Doenças do Arroz**. Santa Maria : Orium, 2003. 59 p. il.

BALARDIN, R. S.; BORIN, R. C. **Doenças na cultura do arroz irrigado**. Santa Maria: UFSM, 2001. 48 p. il.

BAUDET & PESKE. **A logística do tratamento de sementes**. Seed News. Pelotas, 2006. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed101/artigocapa101.html>>. Acesso em: 4 jan. 2010.

BOISSEL, J. P. Méta-analyse des essais cliniques; intérêts et limites. **Archives des Maladies du Coeur et des Vaisseaux**, Deauville – França, v. 87, n. 4, p. 11-17, 1994.

BOISSEL, J. P.; BLANCHARD, J.; PANAK, E. Considerations for the meta-analysis of randomized clinical trials. Summary of a panel discussion. **Controlled Clinical Trials**, Lyon – França, v.10, n. 3, p.254-281, 1989.

BRENT, K. J. **Resistência a fungicidas em patógenos de plantas cultivadas: como manejá-la?** Bruxelas: Global Crop Protection Federation 1995. 51p. FRAC Monografia, n. 1.

CELMER, A.; MADALOSSO, M. G.; DEBORTOLI, M. P.; NAVARINI, L.; BALARDIN, R. S. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 901-904, 2007.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica da área plantada**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

CUNHA, J. P.; TEIXEIRA, M. M. Escolha a dedo. Cultivar Máquinas. Pelotas: 2003. Número 18. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=552>>. Acesso em: 5 nov. 2009.

CUTRIM, V. A., RANGEL, P. H., FONSECA, J. R. **Cultivares de arroz irrigado recomendadas para os Estados de Goiás e Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 77).

D'AGOSTINO, R. B.; WEINTRAUB, M. Meta-analysis: A method for synthesizing research. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**, Alexandria, VA, v. 58, n. 6, p. 605-616, 1995.

DALLAGNOL, L. J; BALARDIN, R. S; NAVARINI, L; KIRINUS, E. M. Influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo. **Revista FZVA**, Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 139-137, 2006.

DHINGRA, O. D. Importância e perspectivas do tratamento de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 7, n.1, p. 133-138, 1985.

DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA DO BRASIL. **Meta-análise**. Grupo de pesquisa modelagem animal. Santa Maria, 2009. Disponível

em: <http://w3.ufsm.br/modelanimal/index_arquivos/Page672.htm>. Acesso em: 23 nov. 2009.

ELIAS, M. C. **Armazenamento e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. p.152-165.

EMBRAPA ARROZ E FEIJAO. **Pragas e doenças do Arroz**. Santo Antônio de Goiás, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/pragasedoenças/index.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2009.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Série culturas arroz**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do RS. Divisão de Serviços Gráficos, 2002. 84 p: il.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Avança o mip em arroz. **Cultivar Grandes Culturas** – arroz. Pelotas, 1999. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=59>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

EMBRAPA. Importância Econômica, Agrícola e Alimentar do Arroz. In: CULTIVO de Arroz Irrigado no Brasil. Santo Antônio de Goiás, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: 03 out. 2009.

FAO. **Arroz Híbrido para Contribuir a la Seguridad Alimentaria**. El arroz es vida. 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/rice2004/es/rice2.htm>>. Acesso em: 06 set. 2009.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: Evolução e padronização**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.

FITOPATOLOGIA NET. **Aprenda sobre as doenças das plantas**. Porto Alegre: Laboratório de Fitopatologia da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/agronomia/fitossan/fitopatologia/>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

FRITZ, L.L.; HEINRICHS, E.A.; PANDOLFO, M.; SALLES, S.M.; OLIVEIRA, J.V.; FIUZA, L.M. Agroecossistemas orizícolas irrigados: insetos-praga, inimigos naturais e manejo integrado. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, 720-732 p, 2008.

FUNCK, G. D.; KEMPF, D. **Doenças do arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa. Equipe de Melhoramento, 2008. 38p. (Boletim Técnico, 5).

GALLO, D. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, SP: Fealq, 2002. p. 5.

GARRIDO, L. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/defensi.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2009.

GAZZOLA, R; WANDER, A. E; SOUZA, G. D. S. E. Comércio internacional de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6, Porto Alegre, 2009. **Anais...** Porto Alegre, 2009. 502p.

GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.) **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 900p.

HOOK, T. V. The conservation challenge in agriculture and the role of entomologists. **Florida Entomologist**, Gainesville, Florida, v.77, n.1, p.42-73, mar. 1994.

IBGE. **Tabela de composição de alimentos**. 5ed. Rio de Janeiro: Varela, 1999. 137p. Estudo nacional da despesa familiar.

IBGE. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul – economia**. Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/atlas.asp?menu=264>>. Acesso em: 16 nov. 2009.

IRGA, A. **Portal do Agronegócio**. Viçosa, 2007. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.phpwid=19056>>. Acesso em: 14 nov. 2009.

IRGA.. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, 2007. 164p.

IRGA. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Porto Alegre, 2001. 128 p.

IRGA. **Série histórica da área plantada, produção e rendimento**. 2009. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=dados_safra_detalhes&cod_dica=43>. Acesso em: 5 out. 2009.

JULIATTI, F. C. **Modo de ação dos fungicidas contra as doenças de plantas**. International Plant Nutrition Institute. 2009. Disponível em: <[http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webindex/article=A099589203256FDD004C0CC38BF73B63!opendocument](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/pbrazil.nsf/$webindex/article=A099589203256FDD004C0CC38BF73B63!opendocument)>. Acesso em: 12 nov. 2009.

LANGON, A. Arroz é a Base Econômica da Região Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.51, n. 434, p.35-37, 2000.

LOBO, V. L. da S. **Tratamento de sementes para o controle de brusone nas folhas em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 77)

LOPES, M.C.B.; LOPES, S.I.G.; CARMONA, P.S.; SANTOS, A.S.; LIMA, A.L.; COSTA, M.S. Avaliação de genótipos, no ensaio de rendimento preliminar, do programa de melhoramento genético do instituto Rio Grandense do Arroz, na safra 20003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., Santa Maria, 2005. **Anais...** Santa Maria, 2005. v.1, p.44-46.

LOVATTO P.A.; LEHNEN C.R.; ANDRETTA I.; CARVALHO A.D.; HAUSCHILD L. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 285-294, 2007.

LUCCA FILHO, O. A. Patologia de Sementes In: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos**. 2ª ed. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2006. 470p.

LUIZ, A. J. B. Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciências & Tecnologia**, Brasília, v.19, n.3, p.407-428, set/dez. 2002.

LUZZARDI, R. et al. Avaliação preliminar da produtividade em campo e qualidade industrial de híbridos de arroz no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, 2005. v.1, p.70-72.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA.FAEPE, 2000. 138p.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação : ESAL-FAEPE, 1988. 107p.

MARIOT, C. H. P.; SILVA, P. R. F. da; MENEZES, V. G.; TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 233-241, 2003.

MATUO, T. Fundamentos da Tecnologia da Aplicação de Agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S.H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: UFSM, 1998. p. 95-107.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

MEDEIROS, M. de M. **Tratamento de sementes de arroz com regulador de crescimento e fungicida**. 2002. 23f. Dissertação (Mestrado - Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

MENEGHETTI, R. C. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura do trigo**. 2006. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MENEZES; RAMIREZ. Estratégias de manejo visando ao aumento da competitividade e sustentabilidade na produção de arroz irrigado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2003, Santo Antônio de Goiás, GO. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2003. 280p.

MILLES, M. R.; LEVY, C.; MOREL, W.; MUELLER, T.; STEINLAGE, T.; VAN RIJ, N.; FREDERICK, R. D.; HARTAM, G. L. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. **Plant Disease**, Urbana, IL, v. 91, p. 1450-1458, 2007.

MIURA, L. Doenças. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: Sistema pré-germinado**. Florianópolis, 2002. p. 203-227.

MOREIRA, M. R.; PONCE, A. G.; DEL VALLE, C. E.; ROURA, S. I. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen, **LWT - Food Science and Technology**, Zurique, v.38, p.565-570, 2005.

NASCIMENTO, C. A. M. do Arroz – Alimento funcional. **Planeta Arroz**, Cachoeira do Sul, RS, v.34, n.16, p.9, 2005.

NECHET, K. L. **Manejo integrado de doenças de plantas**. Roraima. 2006. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=338>>. Acesso em: 13 nov. 2009.

NUNES, C. D. M.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. S. **Principais doenças em arroz irrigado e seu controle**. In: ARROZ irrigado no sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 579-621p.

OJIAMBO, P. S.; SCHERM, H. Biological and application-oriented factors influencing plant disease suppression by biological control: A meta-analytical review. **Phytopathology**, St. Paul, v. 96, n. 11, p. 1168-1174, 2006.

PAUL, P. A.; LIPPS, P. E.; HERSHMAN, D. E.; MCMULLEN, M. P.; DRAPER, M. A.; MADDEN, L. V. A quantitative review of tebuconazole effect on *Fusarium* head blight and deoxynivalenol content in wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 97, p.211-220, 2007.

PEROZZI, M. No ritmo da produtividade. **Planeta Arroz**, Cachoeira do Sul, v.5, n.14, p.230, 2005.

PLANTIO DIRETO. Debate aponta problemas na safra 2005. **Revista Plantio Direto**. n. 89. Passo Fundo, 2005. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=656>. Acesso em: 13 nov. 2009.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Cultivar response to fungicide application in relation to rice blast control, productivity and sustainability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.11-17, 2003.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; RIBEIRO, A. S. Doenças e seu controle. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Goiás: Embrapa – Arroz e Feijão, 1999. 633p.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Arroz (*Oryza sativa* L.) Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de doenças de plantas**: grandes culturas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. v. 1. p. 51-79.

REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. **Fungicidas**: seu emprego no controle de doenças de plantas. 2ª ed. Passo Fundo: UPF, 1993. p.70-71.

RESENDE, L. J. **Pulverizações aéreas contra a cárie do arroz**. Agrolinkfito. 2007. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/aviacao/NoticiaDetalhe.aspx?CodNoticia=51361>>. Acesso em: 07 out. 2009.

RIBEIRO, A. S. **Doenças de arroz irrigado**. 2ª Ed. Pelotas: EMBRAPA/UEPAE, 1984. 56p. (EMBRAPA/UEPAE. Circular Técnica, 19).

RIBEIRO, A. S. Tratamento de sementes com fungicidas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 415, 1996.

RIBEIRO, A. S.; SPERANDIO, C. A. Controle de Doenças. In: PRODUÇÃO de arroz irrigado. Pelotas: UFPEL, 1998. 659 p.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 104–114, 2005.

SANTOS, P. S. **Resistência a fungicidas**. FRAC-BRASIL. 2007. Disponível em: <www.frac-brasil.org.br>. Acesso em: 11 nov. 2009.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J.J. Les méta-analyses des données expérimentales: Applications en nutrition animale. **INRA Productions Animales**, França, v.8, n.1, p.63-73, 2005.

SCHRÖDER, E. P. Aplicações em soja. **Cultivar Máquinas - Caderno técnico**, Pelotas, n.58, 2004, 14 p.

SHERM, H.; CHRISTIANO, R.S.C.; ESKER, P.D.; DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V. **Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil**. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 14 set. 2009.

USDA. **Rice area, yield and production**. 2005. Disponível em: <http://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/index.asp>. Acesso em: 20 out. 2009.

VICTOR, N. “the challenge of meta-analysis”: Discussion. Indications and contra-indications for meta-analysis. **Journal of Clinical Epidemiology**, Philadelphia, v. 48, n. 1, p.5-8, 1995.

WWF BRASIL. **Manejo integrado de pragas**. 2009. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2>. Acesso em: 10 nov. 2009.

ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado** - doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 388 p.

ZAPATA, J. C. Efecto Del manchado del grano de arroz sobre algunos estados de desarollos de la planta de arroz. **Arroz**, Bogotá, v. 34, n. 338, p. 22-26, 1985.