

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS DE ARROZ
IRRIGADO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE
FUNGICIDA, ÉPOCA DE COLHEITA E PERÍODO DE
ARMAZENAMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gustavo Mack Teló

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS DE ARROZ
IRRIGADO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA,
ÉPOCA DE COLHEITA E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO**

por

Gustavo Mack Teló

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em
Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Enio Marchesan

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA, ÉPOCA DE COLHEITA E
PERÍODO DE ARMAZENAMENTO**

elaborado por
Gustavo Mack Teló

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Enio Marchesan, Dr.
(Presidente/Orientador)

Nilson Lemos de Menezes, Dr.
(UFSM - Co-orientador)

Adilson Jauer, Dr.
(Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

T277q

Teló, Gustavo Mack, 1984-

Qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado em função da aplicação de fungicida, época de colheita e período de armazenamento / Gustavo Mack Teló. - 2010.

114 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

“Orientador: Prof. Dr. Enio Marchesan”

1. Agronomia 2. Sementes 3. Arroz 4. Germinação 5. Semeadura tardia
6. Produtividade I. Marchesan, Enio II. Título

CDU: 631.53:633.18

Ficha catalográfica elaborada por
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2010

Todos os direitos autorais reservados a Gustavo Mack Teló. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua General Marques, nº. 363, Bairro Centro, São Borja, RS, 97670-000
Fone (0xx)55 3431.1689; (0xx)55 9997.3653 E-mail: gustavo.telo@yahoo.com.br

OFEREÇO

Ao meu avô **Lindolpho Mack**,
meu maior professor e quem despertou em mim o gosto pela agricultura.

DEDICO

Aos meus pais, **Seris Mack Teló** e **Marco Teló**, por todo amor, compreensão, confiança, força e tempo que sempre me dedicaram, ao meu irmão, **Roberto Mack Teló**, pela amizade e pelo apoio incondicional e à minha namorada, **Giovana Retzlaff Nunes**, por todo o amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem agradeço por todas as oportunidades recebidas.

A meu PAI, minha MÃE e meu IRMÃO, todos em letras maiúsculas, para representar a grandiosidade de suas pessoas e o tamanho de suas contribuições para minha vida.

A toda minha família e amigos, samborjenses e santamarienses, pelo apoio e pelas horas de convivência que lhes foram suprimidas.

À minha namorada, Giovana, uma pessoa especial na minha vida, agradeço pelo auxílio, incentivo nas horas difíceis, amor, compreensão, e também a toda sua família.

Ao professor Enio Marchesan, pela amizade e ensinamentos construídos durante estes sete anos de orientação, pelo exemplo de dedicação profissional e pela incontestável orientação, não limitada aos aspectos acadêmico-científicos.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela minha formação de qualidade, oportunidade de realização do curso e disponibilização da sua estrutura para a condução de meu trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Aos meus co-orientadores, Nilson Lemos de Menezes e Luis Antonio de Avila, pela amizade, ajuda e incentivo durante o desenvolvimento do projeto.

Ao Dr. Adilson Jauer pelas contribuições por ocasião da defesa, como membro da comissão examinadora.

Aos professores Sérgio Machado, Renato Zanella, Alessandro Lúcio, Alberto Cargnelutti Filho, pelo jovial convívio.

Aos estagiários do Grupo de Pesquisa em Arroz Irrigado e Uso Alternativo de Várzeas, em especial a Rafael Bruck Ferira, Gerson Meneguetti, Dâmaris Santos, Mara Grohs, Tiago Formenti, Diogo Cezimbra, Guilherme Cassol, Marcos Marchezan, João Paulo Refatti e Mariah Marques, meu agradecimento muito especial a todos.

Aos colegas de Pós-graduação, em especial a Fernando Luis Martini, Bibiana Moraes, Paulo Massoni, Kelen Souto, Jardes Bragagnolo, Alan do Amaral, Carine Cocco, Vitor Girardelo, Sandra Peixoto e Julina Cogo, pela grande amizade, companheirismo e apoio nos trabalhos de pesquisa.

Aos grandes amigos e ex-colegas do grupo de pesquisa em arroz irrigado Jaqueline Golombieski, Victor Marzari, Silvio Villa, Fernando dos Santos, Edinalvo Camargo, Melissa Walter, Rafael Mezzomo, Lauro Weber, Tiago Rossato, Diego Arosemena e Gabriel Barchet.

Ao Laboratório de Sementes da UFSM, em especial ao Prof. Nilson Lemos de Menezes e ao Sr. Alberto Blaya Perez.

À Cooperativa Agrícola Mista Nova Palma Ltda (CAMNPAL), unidade do município de Dona Francisca, em especial a pessoa do Engº Agrº José Mario Tagliapietra.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia: Gilmar, João Colpo, Hilton, Helenice pela prestatividade e amizade.

A todos aqueles que não foram lembrados e mais que direta e indiretamente contribuíram para a realização do trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA, ÉPOCA DE COLHEITA E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO

AUTOR: GUSTAVO MACK TELÓ
ORIENTADOR: ENIO MARCHESAN
Santa Maria, RS, 25 de fevereiro de 2010.

A tecnologia de proteção de plantas de arroz irrigado através da utilização de fungicidas se amplia a cada ano, na medida que se observa elevação da ocorrência de doenças fúngicas, fato este mais evidente em semeaduras realizadas após a época preferencial recomendada. O sucesso da lavoura de arroz depende de várias etapas, que compreendem desde a implantação da cultura até a colheita, sendo esta uma etapa importante para a qualidade física e fisiológica do arroz. O ciclo da produção de arroz finaliza com o armazenamento de grãos e sementes, o qual consiste na preservação da qualidade fisiológica das sementes para novos cultivos ou da qualidade dos grãos para consumo e industrialização. As ações de pesquisa foram conduzidas no campo, com três experimentos, durante a safra de cultivo de 2008/09, com o objetivo de caracterizar a resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina na parte aérea das plantas, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, em semeadura tardia (Capítulo I). Também se procurou avaliar a qualidade de grãos e sementes colhidos com diferentes graus de umidade, em função do momento da aplicação de fungicida em diferentes cultivares (Capítulo II), e o comportamento quanto ao armazenamento em condições controladas de temperatura e da umidade relativa do ar com as condições normais (Capítulo III). Os experimentos foram conduzidos no campo, na área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada experimento foi constituído pelo delineamento fatorial adequado aos fatores em análise. O uso de fungicida em arroz irrigado semeado em época tardia mostra-se eficiente para obtenção de elevada produtividade de grãos. Colheitas realizadas com grau de umidade médio do arroz abaixo do preconizado pela pesquisa apresentam redução na qualidade física e fisiológica do arroz; ocorrem menores perdas quando são realizadas duas aplicações de fungicida. O armazenamento das sementes aponta para uma redução de sua qualidade fisiológica com o decorrer do tempo, independentemente do local, com monitoramento de temperatura e umidade relativa do ar ou em condições normais. O uso de fungicida reduz a intensidade da deterioração e a incidência de fungos associados a sementes. O percentual de grãos inteiros aumenta com o tempo de armazenamento.

Palavras-chave: germinação, produtividade, grão inteiro, semeadura tardia.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria

IRRIGATED RICE GRAIN AND SEED QUALITY DEPENDING ON FUNGICIDE APPLICATION, HARVEST TIMING AND STORAGE PERIOD

AUTHOR: GUSTAVO MACK TELÓ
ADVISOR: ENIO MARCHESAN
Santa Maria, RS, February 25th, 2010.

Protection of irrigated rice plants using fungicides is growing every year as observation of fungal diseases is increasing. Higher occurrence of disease is observed when seeding is conducted after the recommended period. Success of rice yield depends on several steps since the implantation of the culture until harvest, being the last a very important step especially for physical and physiological rice quality. Rice production cycle will be only completed with grains and seeds storage, which consists in preserving physiological seed quality for new crops or grain quality for consumption and industrialization. The research was conducted using three field experiments in crop season 2008/09, with the intention of characterizing the response of different rice genotypes to fungicides application with a formulated mixture of propiconazole + trifloxystrobin applied at different developmental stages in a late seeding crop (Chapter I), quality of grain and seeds with different harvest moisture according to the fungicide application moment for different cultivars (Chapter II) and the behavior of grain and seeds to storage in controlled condition of temperature and humidity and in normal conditions (Chapter III). Experiments were conducted in a lowland area of the Crop Department of the Federal University of Santa Maria (UFSM). Each experiment was constituted by a suitable factorial scheme. Use of fungicide in different irrigated rice genotypes late sown showed to be efficient to high productivity. Harvest conducted with rice grain moisture under the recommended by researches demonstrated reduction of physical and physiological rice quality. There was less reduction in quality when two fungicide applications were performed. Increasing seed storage time caused reduction in physiological seed quality independently of storage in controlled condition or in normal conditions. Use of fungicide reduced the intensity of seed deterioration and incidence of fungus associated to seeds. Percentage of whole grain increased with storage time.

Key words: germination, productivity, whole grain, late sowing

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 1- Severidade de doenças foliares e incidência de mancha parda (<i>Drechslera oryzae</i>) e mancha estreita (<i>Cercospora oryzae</i>), avaliadas nas folhas das plantas em estádio R6, em resposta à aplicação de fungicida, com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009	41
TABELA 2- Severidade de doenças foliares e incidência de mancha parda (<i>Drechslera oryzae</i>) e mancha estreita (<i>Cercospora oryzae</i>), avaliadas nas folhas das plantas em estádio R8, em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009	43
TABELA 3- Produtividade de grãos em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.....	45
TABELA 4- Número de panículas m ² , número de espiguetas por panículas, esterilidade de espiguetas e estatura de plantas, em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.....	47
TABELA 5- Massa de mil grãos em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009	48

TABELA 6- Germinação de sementes, percentual de grãos gessados, primeira contagem de germinação de sementes e percentual de grãos inteiros, em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 200951

CAPÍTULO II

TABELA 1- Renda do beneficiamento de grãos de quatro cultivares de arroz irrigado em resposta ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina. Santa Maria-RS, 200966

TABELA 2- Comprimento total de plântulas, comprimento da parte radicular de plântulas, comprimento da parte aérea de plântulas e massa de mil sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina. Santa Maria-RS, 200972

TABELA 3- Incidência de *Phoma* spp., *Helminthosporium* spp., *Nigrospora* spp., *Curvularia* spp., *Rhizoctonia* spp. e *Aspergillus* spp. nas sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta a duas umidades de colheitas. Santa Maria-RS, 2009 77

TABELA 4- Incidência de *Rhizoctonia* spp., *Aspergillus* spp., *Nigrospora* spp., *Curvularia* spp., *Phoma* spp. e *Helminthosporium* spp. nas sementes de arroz irrigado, em relação ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em resposta a duas umidades de colheitas. Santa Maria-RS, 2009.....78

TABELA 5- Incidência de *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp. e *Fusarium* spp. nas sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 200979

CAPÍTULO III

TABELA 1- Percentual de grãos inteiros (GI), germinação de sementes (GS), primeira contagem de germinação (PG) e envelhecimento acelerado de sementes (AC), em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, aplicado na parte aérea das plantas, e do local de armazenamento das sementes. Santa Maria-RS, 200992

TABELA 2- Comprimento total de plântulas, em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, aplicado na parte aérea das plantas, e do local de armazenamento das sementes de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 200996

TABELA 3- Condutividade elétrica de sementes e lixiviação de potássio das sementes em função do local de armazenamento das sementes de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009 ...98

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA 1- Evolução do número de colmo por plantas, de diferentes genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 200939

FIGURA 2- Produtividade de grãos em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina na cultura do arroz irrigado em semeadura tardia. Santa Maria-RS, 200946

CAPÍTULO II

FIGURA 1- Colheita realizada representada em dias após o florescimento pleno das cultivares de arroz irrigado em diferentes graus de umidade de colheita. Santa Maria-RS, 200961

FIGURA 2- Percentual de grãos inteiros e renda do beneficiamento de grãos de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 200965

FIGURA 3- Germinação de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 200968

FIGURA 4- Primeira contagem de germinação de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado em resposta ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 200969

FIGURA 5- Comprimento total de plântulas (cm), comprimento da parte radicular de plântulas (cm), comprimento da parte aérea de plântulas (cm) e massa de mil sementes (g) de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento da aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.....70

FIGURA 6- Condutividade elétrica e lixiviação de potássio de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado em resposta ao momento da aplicação de fungicida, com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 200974

CAPÍTULO III

FIGURA 1- Monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar durante o armazenamento das sementes no município de Dona Francisca (Local 2)88

FIGURA 2- Percentual de grãos inteiros, germinação de sementes, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes, em função do tempo de armazenamento do arroz. Santa Maria-RS, 200994

FIGURA 3- Comprimento total de plântulas, comprimento da parte aérea de plântulas e comprimento da parte radicular de plântulas, em função do tempo de armazenamento das sementes de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 200995

FIGURA 4- Condutividade elétrica e lixiviação de potássio de sementes de arroz, em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na parte aérea das plantas e do local de armazenamento. Santa Maria-RS, 200998

FIGURA 5- Incidência de *Helminthosporium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. *Curvularia* spp. e *Epicoccum* spp., em função do momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina e do local e do tempo de armazenamento das sementes. Santa Maria-RS, 2009101

FIGURA 6- Incidência de *Phoma* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp. e *Nigrospora* spp., em função do momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina e do local e do tempo de armazenamento das sementes. Santa Maria-RS, 2009.....102

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de dezembro de 2008. Santa Maria-RS, 2009	110
ANEXO II- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de janeiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009	110
ANEXO III- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de fevereiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009	110
ANEXO IV- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de março de 2009. Santa Maria-RS, 2009	110
ANEXO V- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009	111
ANEXO VI- Temperatura mensal normal e ocorrida durante os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. Santa Maria-RS. 2009	111
ANEXO VII- Precipitação pluvial do mês de dezembro de 2008. Santa Maria-RS, 2009....	112
ANEXO VIII- Precipitação pluvial do mês de janeiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009	112
ANEXO IX- Precipitação pluvial do mês de fevereiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009	112
ANEXO X- Precipitação pluvial do mês de março de 2009. Santa Maria-RS, 2009	113

ANEXO XI- Precipitação pluvial do mês de abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009113

ANEXO XII- Precipitação mensal normal e ocorrida durante os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009114

ANEXO XIII- Insolação mensal normal e ocorrida durante os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009114

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
Referências Bibliográficas	27
CAPÍTULO I: MOMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM ÉPOCA TARDIA DE SEMEADURA	33
Resumo	33
Abstract	34
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	38
Conclusão	52
Referências Bibliográficas	52
CAPÍTULO II: APLICAÇÃO DE FUNGICIDA EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO SEMEADAS APÓS A ÉPOCA RECOMENDADA E SEU EFEITO NA QUALIDADE DE GRÃOS E SEMENTES COLHIDOS COM DIFERENTES GRAU DE UMIDADE	56
Resumo	56
Abstract	57
Introdução	57
Material e Métodos	59
Resultados e Discussão	63
Conclusão	80
Referências Bibliográficas	80

CAPÍTULO III: FUNGICIDA APLICADO NA PARTE AÉREA DA PLANTA DE ARROZ IRRIGADO E SEU EFEITO NA QUALIDADE DE GRÃOS E SEMENTES, DURANTE O ARMAZENAMENTO	84
Resumo	84
Abstract	85
Introdução	85
Material e Métodos	87
Resultados e Discussão	90
Conclusão	100
Referências Bibliográficas	103
ANEXOS	109

INTRODUÇÃO

A época de semeadura para a cultura do arroz irrigado caracteriza-se como uma das principais práticas de manejo para obtenção de elevada produtividade de grãos. No entanto, em determinadas condições da lavoura, há dificuldades para realizar e/ou finalizar essa semeadura dentro da época preconizada pelas recomendações técnicas. Lavouras semeadas fora da época preferencial têm produtividade limitada pelas condições climáticas desfavoráveis, principalmente pela redução do fluxo de radiação solar. Além da produtividade, a qualidade física, fisiológica e sanitária de grãos e sementes são afetados em diferentes graus, de acordo com o genótipo utilizado, condições climáticas ocorridas, uso de fungicida, entre outros aspectos de manejo.

A tecnologia de proteção de plantas de arroz irrigado através da utilização de fungicidas se amplia a cada ano, na medida que se observa elevação da ocorrência de doenças fúngicas, principalmente em casos de semeadura tardia, em que a pressão de patógenos se eleva. O momento da aplicação de fungicida é fundamental para a sua eficiência; este pode apresentar comportamentos distintos quanto aos genótipos associados à semeadura tardia. Outro aspecto importante no processo de tomada de decisão, em função da aplicação de fungicida, relaciona-se à qualidade do produto a ser colhido.

Em determinadas situações de lavoura, é comum o atraso da colheita e, por consequência disso, há demanda por informações sobre estratégias que podem ser adotadas para manter a qualidade do produto no campo, em razão do tempo de permanência na lavoura. Esse atraso pode afetar diretamente a qualidade fisiológica e sanitária das sementes e a qualidade física dos grãos. Nesse sentido, a aplicação de fungicidas pode ser uma ferramenta útil a ser utilizada, principalmente em condições de elevada severidade de doenças nas folhas, as quais podem comprometer diretamente o enchimento de grãos.

A aplicação de fungicida na parte aérea das plantas pode auxiliar a manter a qualidade de sementes e grãos de arroz durante o processo de armazenamento. Essa etapa é importante para a conservação da qualidade de sementes e grãos e, se for realizada de forma inadequada, pode resultar na perda do produto armazenado. Assim, as condições adequadas de armazenamento podem retardar o início e/ou reduzir o processo de deterioração das sementes, possibilitando maior qualidade.

Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo caracterizar a resposta de diferentes genótipos de arroz irrigado, quanto à aplicação de fungicida em diferentes estádios de

desenvolvimento da cultura, em função da semeadura tardia (Capítulo I), avaliar a qualidade de grãos e sementes colhidos com diferentes graus de umidade, em função do momento da aplicação de fungicida em diferentes cultivares (Capítulo II) e analisar o comportamento quanto ao armazenamento, em condições controladas de temperatura e da umidade relativa do ar, com as condições normais (Capítulo III).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais de metade da população mundial. Sua importância destaca-se principalmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômico e social.

O Brasil atualmente encontra-se entre os dez maiores produtores mundiais deste cereal, com produção de 13.140.900 de toneladas (2,17% da produção mundial), destinada principalmente ao mercado interno (FAO, 2009), sendo que o Rio Grande do Sul (RS) responde por aproximadamente 60% da produção nacional.

Neste cenário, o qual torna o RS o maior produtor de arroz do Brasil, a produtividade de grãos é uma busca constante da pesquisa. Entre as práticas de manejo para obtenção de produtividade satisfatória, a época de semeadura é de extrema importância para a cultura do arroz irrigado, sendo esta uma estratégia primária para obtenção de elevada produtividade, em razão de fatores climáticos e da radiação solar. O período preferencial para semeadura do arroz irrigado, de forma geral, no estado do Rio Grande do Sul, compreende entre os dias 5 de outubro a 5 de novembro, variando um pouco em função da região ou do ciclo dos genótipos (SOSBAI, 2007). Autores como Menezes et al. (2004) e Freitas et al. (2008), destacam que semeaduras realizadas fora do período preconizado expõem as plantas a menor taxa de radiação solar e a prováveis baixas temperaturas do ar, durante a fase reprodutiva, o que reflete em menor produtividades de grãos.

Ao comparar cultivares modernas e antigas de arroz irrigado em semeaduras tardias, em dois locais dos Estados Unidos, Slaton et al. (2003) encontraram que os rendimentos de grãos e de matéria seca de todas as cultivares mostraram redução, quando a semeadura foi atrasada, porém com menor intensidade nas cultivares modernas. Freitas et al. (2008) avaliaram a produtividade de grãos semeados na época preferencial e época tardia, em função da eficiência do uso de nitrogênio, em que houve uma redução de 14% na produtividade de grãos para semeadura tardia.

Esta redução pode estar relacionada aos estresses nos períodos reprodutivos e de formação e enchimento de grãos, pois a disponibilidade de radiação solar é determinante para a formação de grãos de pólen e da fertilização de espiguetas de arroz. Esse período ocorre entre três semanas antes e três semanas após o início da floração (YOSHIDA 1981). Alguns estudos (STANSEL, 1975; PULVER & MENEZES, 2003) mostram que nesses períodos há

relação linear positiva entre essa variável climática e o rendimento de grãos. Yoshida & Parao (1976) obtiveram maiores incrementos em produtividade com níveis crescentes de radiação solar, durante os períodos reprodutivo e maturação. Na fase reprodutiva, a incidência de 25% da radiação solar máxima reduziu em até 40% o número de espiguetas por unidade de área, reduzindo a produtividade de 7.110 kg ha⁻¹ para 3.210 kg ha⁻¹.

Por outro lado, Kobata et al. (2000) não verificaram redução no rendimento de matéria seca da parte aérea quando o arroz foi submetido a um período de 10 dias de sombreamento durante o florescimento e depois exposto à condição inicial, sem limitação de radiação. Com redução da radiação em 75%, 50% e 25%, logo após a exerção da panícula, apenas o número de espiguetas por panícula foi afetado.

Além da radiação solar, a temperatura do ar durante a fase reprodutiva é determinante para obtenção de elevados rendimentos de grãos, sendo ótima entre 30 e 33°C na floração e entre 20 e 25°C na maturação (YOSHIDA, 1981). Na antese, temperaturas baixas (inferiores a 15°C) prejudicam a deiscência das anteras e o crescimento do tubo polínico, resultando em baixa fecundação de espiguetas (SOUZA 1990), sendo que o risco de temperatura baixa fica mais evidenciado com o atraso da semeadura. Os prejuízos causados por esse motivo durante o período reprodutivo são superiores a 20% em lavouras orizícolas do Rio Grande do Sul (TERRES & GALLI, 1985), pois a ocorrência de temperaturas baixas reduz a taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos (KOBATA & UEMUKI, 2004).

Os prejuízos na produtividade de grãos, em razão das condições desfavoráveis decorrente da semeadura tardia, podem também estar associados à ocorrência de doenças fúngicas, mais evidenciadas nesta situação. Assim, um posicionamento correto do controle químico deve apresentar um eficiente controle de doenças, resultando num maior retorno técnico e econômico. Neste sentido, o uso de fungicida é uma ferramenta útil para o manejo integrado de doenças que incidem sobre a cultura do arroz irrigado, principalmente no final do ciclo. Desta forma, é necessário conhecer a eficiência do fungicida, bem como o melhor momento de aplicação para proteção da área foliar das plantas, pois em condições de cultivo o declínio da capacidade fotossintética pode ocorrer precocemente, durante o enchimento de grãos, resultante da severidade de doenças foliares e da senescência das folhas (POMMEL et al., 2006).

A sanidade de plantas torna-se importante quando se busca a manutenção da atividade foliar, principalmente na fase reprodutiva. Sofiatti et al. (2006) destacam que a aplicação de fungicida ocasiona retardamento da senescência das plantas de arroz e, assim, proporciona maior produção de fotoassimilados, favorecendo o enchimento dos grãos. Pois as doenças

fúngicas da parte aérea diminuem a área foliar e, consequentemente, a capacidade de produção de fotoassimilados (BETHENOD et al., 2005), interferindo na duração do enchimento de grãos. Dimmock & Gooding (2002), ao estudarem o efeito de fungicidas na taxa e na duração do enchimento de grãos em trigo, demonstraram que o controle de doenças refletiu-se em maior duração da área verde da folha bandeira, ampliando o período de enchimento de grãos e aumentando a produtividade. Assim, a aplicação de fungicidas em plantas pode influenciar na evolução do acúmulo de massa seca, condicionando o pleno enchimento das espiguetas fecundadas.

O uso de fungicida proporciona incremento na produtividade do arroz irrigado em níveis variáveis. Dallagnol et al. (2006) investigaram combinações de fungicidas e momentos de aplicação e observaram um aumento da produtividade de grãos na ordem de 6,1 a 42,1%, com a aplicação de fungicida sobre a cultivar SCS 112 (Epagri). Santos et al. (2009) constataram acréscimo de 34,8% quando realizadas duas aplicações de fungicida para a cultivar Epagri 108, comparado com a testemunha (sem aplicação de fungicida). Em outro trabalho, Marzari et al. (2007) relatam aumento na produtividade do arroz em 2,5% com aplicação. No entanto, alguns trabalhos como Meira et al. (2006) e Camargo et al. (2008) não encontraram diferença na produtividade, em razão da baixa severidade de doenças como relatado.

O sucesso da lavoura de arroz depende de várias etapas, que compreendem desde a implantação da cultura até a colheita. O momento da colheita é importante em função de que esta operação pode interferir na qualidade final do arroz. As recomendações técnicas da cultura preconizam a colheita com graus de umidade entre 23 a 19% (SOSBAI, 2007), em função dos maiores benefícios. A colheita realizada fora dos limites de umidade adequada das cariopses pode influenciar em aspectos da produção de grãos e na qualidade do produto, afetando a rentabilidade da atividade.

Em busca da maior qualidade de grãos, a antecipação da colheita não apresenta bons indicativos; pois, quando realizada com grau elevado de umidade, proporciona a ocorrência de defeitos, tais como grãos verdes, gessados e mal formados (RIBEIRO et al., 2004). Autores como Binotti et al. (2007) destacam que arroz colhido com grau de umidade elevado requer secagem imediata para evitar fermentação, resultando na elevação de gastos com mão-de-obra e energia.

A colheita realizada com baixo grau de umidade provoca aumento de degrane natural, acamamento de plantas e ataque de insetos, além da diminuição do percentual de grãos inteiros no beneficiamento, afetando também a germinação e o vigor das sementes de arroz

(SMIDERLE et al., 2008). Segundo Kunze & Prasad (1978), as fissuras nos grãos não são causadas somente pela ação do calor, mas também pelo aumento da umidade nos grãos, provocado pela variação brusca de umidade relativa do ar, como, por exemplo, chuva e garoas. O atraso da colheita proporciona o umedecimento e secamento alternado, no campo, provocando uma redução na qualidade, devido à rápida e diferenciada absorção de água pelos diferentes tecidos e a subsequente deterioração destes (PESKE et al., 2006). As fissuras que ocorrem através de toda a secção do grão diminuem o vigor das plântulas, pela redução da disponibilidade de endosperma e, consequentemente, de nutrientes durante a fase de germinação e emergência (STEFFE et al., 1980).

A comercialização do arroz é feita através da classe e do tipo do grão. Grãos longos e finos, inteiros e sem defeitos terão maior valor de comercialização. Porém, durante o processo de beneficiamento, os grãos ficam sujeitos a quebras que, em sua grande maioria, são devidas a fissuras internas, desenvolvidas por estresses sofridos em fase anteriores ao beneficiamento (MARCHEZAN, 1995). O comportamento higroscópico dos grãos de arroz, os quais absorvem e perdem água até atingirem o equilíbrio com a umidade relativa do ar do ambiente, está associado à formação de fissuras internas. A umidade relativa do ar e a temperatura são os principais elementos do clima que influenciam na formação de fissuras nos grãos de arroz (KUNZE, 1986 e KUNZE et al., 1988).

Visando determinar qual a amplitude de variação da umidade relativa do ar seria suficiente para causar fissuras nos grãos, KUNZE et al (1988) verificaram que a variação de 40% ou mais causou fissuras apenas quando o teor de umidade do grão era inferior a 18%, evidenciando que o efeito das condições meteorológicas no rendimento do grão depende de seu conteúdo de água. A associação entre a diferença de umidade relativa do ar máxima e mínima e o período em que a umidade relativa do ar permanece maior do que 90% promove fissuras nos grãos, quando estes apresentam teor de umidade abaixo de um valor crítico de 18% (MARCHEZAN, 1995).

Além do percentual de grãos inteiros, outro aspecto importante relacionado com a qualidade é referente à translucidez. Em muitos grãos, a translucidez é interrompida por áreas opacas no endosperma denominadas centro branco, barriga branca ou gesso, as quais depreciam o valor do produto no mercado (SILVA & BRANDÃO, 1987). O gessamento é causado por espaços aéreos entre os grânulos de amido (JENNINGS et al., 1981; SRINIVAS & BHASHYAM, 1985), ou por um acondicionamento mais frouxo entre os grânulos de amido e proteína (NANGJU & DE DATTA, 1970; VIEIRA & CARVALHO, 1999). Entre as possíveis causas da formação dessas áreas opacas estariam as de origem genética (JENNINGS

et al., 1981), as condições ambientais adversas (MARTINEZ & CUEVAS, 1989), a má formação dos grãos pela incidência de doenças (SOAVE et al., 1988), e a grande quantidade de grãos imaturos, ou alto grau de umidade e ataque de insetos sugadores antes da colheita (RODRIGUES, 2001).

A boa qualidade das sementes é um fator de extrema importância para o sucesso de qualquer cultura em que se busca uniformidade, proveniente de atributos como alta qualidade genética, sanitária, física e fisiológica (MARCOS FILHO 2005). A qualidade fisiológica de sementes está relacionada com sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação e pelo vigor, refletindo diretamente na população inicial de plantas, sendo que as normas e padrões de produção de sementes estabelecem germinação mínima de 80% (BRASIL, 2005). Juntamente com a germinação, o fator que determina um rápido e uniforme estabelecimento da população de plântulas no campo é o vigor das sementes, considerado o atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho das sementes, não sendo possível detectá-lo pelo teste de germinação (KRZYZANOWSKI & FRANÇANETO, 1991).

O vigor das sementes pode ser caracterizado por diferentes testes. O baixo vigor afeta o crescimento inicial das plântulas (SCHUCH et al., 2000), demonstrando a importância da definição do potencial fisiológico das sementes. A utilização de sementes com alta qualidade fisiológica influencia diretamente no desenvolvimento da cultura, proporcionando maior uniformidade da população, ausência de doenças transmitidas por semente, alto vigor das plantas, e alta produtividade. A boa qualidade das sementes é importante para o agricultor, porque somente sementes de elevado nível propiciam a maximização do efeito dos demais insumos e fatores de produção empregados na lavoura (CARRARO, 2001).

No processo de formação das sementes, considera-se como ponto de máxima qualidade a maturidade fisiológica, em que a semente apresenta maior germinação e vigor. Em geral, nesse momento a umidade das sementes é considerada elevada para realização da colheita, sendo esta postergada, permanecendo as sementes armazenadas no campo, expostas às condições do ambiente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Para Peske et al. (2006), os principais atributos da qualidade física das sementes incluem pureza física, umidade, danificações mecânicas, peso volumétrico, peso de mil sementes e aparência. A qualidade genética constitui-se em pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade do grão, resistência às condições adversas de solo e clima, ciclo, arquitetura da planta, entre outros (PESKE & BARROS, 2003).

A qualidade das sementes diminui com o passar do tempo, e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento. A deterioração de sementes inclui uma série de processos envolvendo transformações degenerativas de natureza progressiva, que começam a ocorrer geralmente no campo; a partir da maturidade fisiológica é que, do ponto de vista prático, se tem como consequência final a perda do poder germinativo (BAUDET, 1996). O primeiro componente da qualidade que mostra sinais de deterioração é o vigor das sementes, seguido por uma redução na germinação ou na produção de plântulas normais e, finalmente, a morte das sementes (FERGUSON, 1995).

O armazenamento é parte integrante da cadeia produtiva do arroz, sendo responsável pela preservação da qualidade dos grãos, evitando perdas (ANDRADE et al., 2003). O ambiente de armazenamento em muitos casos é ideal para o estabelecimento e o desenvolvimento de espécies como insetos e microrganismos. Uma das características desses microrganismos é seu alto poder de proliferação e, embora presentes no campo em baixo percentual, multiplicam-se rapidamente, desde que tenham condições ambientais favoráveis (GARCIA et al., 2002; MOLINIÉ et al., 2005).

Neste contexto, os fungos são um dos principais responsáveis por perdas da qualidade do arroz durante o armazenamento (BIANCHINI et al., 2003; DRUVEFORS & SCHNÜNRER, 2005). Eles estão presentes em vários ambientes, como o ar, a água, o solo e a poeira. Esta população é composta de espécies capazes de tornar um lote de sementes ou grãos totalmente sem valor, sob condições ineficientes de armazenamento empregadas (TANIWAKI & SILVA, 2001; GARCIA et al., 2002). Os que atacam grãos e sementes são divididos em dois grupos: fungos de campo e fungos de armazenamento.

Fungos do primeiro grupo são espécies que contaminam grãos antes da colheita, pois necessitam da umidade do grão acima de 30%, enquanto que os do segundo grupo realizam a contaminação após a colheita, com umidade entre 13 e 18% (ATHIÉ et al., 1998).

Os fungos de armazenamento normalmente não invadem os grãos antes da colheita; porém, como esses microrganismos têm alto poder de propagação, podem se multiplicar em poucos dias, tendo condições ambientais favoráveis (WETZEL, 1987).

Os principais fungos de campo incluem as espécies dos gêneros *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp. e *Helminthosporium* spp. Os de armazenamento são constituídos, principalmente, por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp. (PUZZI, 2000).

O armazenamento constitui-se uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade. Entre os fatores mais importantes que afetam a qualidade da semente durante o

armazenamento, estão umidade e temperatura do ar, sendo que a umidade do ar afeta diretamente o teor de água da semente (HOELTZ, 2005).

No entanto, de acordo com Tanaka et al. (2001), as mesmas condições de armazenamento que permitem a manutenção da viabilidade das sementes podem favorecer a sobrevivência de muitos patógenos. O tempo de sobrevivência desses patógenos nas sementes está diretamente relacionado com as condições de ambiente do armazém (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), uma vez que a umidade relativa do ar influencia na atividade dos fungos de armazenamento, principalmente *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. Os efeitos desses patógenos são significativos em ambientes de alta umidade, porém há estudos que mostram o desenvolvimento desses gêneros de fungos em umidades do ar abaixo de 65%. Segundo Puzzi (2000), embora outros fatores possam exercer influência sobre a conservação de sementes, o grau de umidade é o que governa a qualidade do produto armazenado. Sementes com alto grau de umidade constituem um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos, insetos e ácaros. De acordo com Druvefors & Schnünrer (2005), os fungos estão entre os principais responsáveis por perdas na qualidade do arroz durante o armazenamento.

Além da umidade relativa do ar e da temperatura durante o armazenagem, o grau de infecção inicial (anterior ao armazenamento) é um fator que determina diretamente a perda de viabilidade das sementes. Uma vez que os fungos encontram-se estabelecidos num lote de sementes, seu crescimento continuará, mesmo com temperaturas e umidades inferiores às necessárias para que sua proliferação nas sementes sadias (DHINGRA, 1985).

Referências Bibliográficas

ANDRADE, E.T. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em silo metálico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 23-30, 2003.

ATHIÉ, I. et al. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 236p.

BAUDET, L.M.L. **Armazenamento de Sementes de Arroz**. Pelotas: Ed. da Universitária-UFPEL, 1996, 655p.

BETHENOD, O. et al. Modelling the impact of brown rust on wheat crop photosynthesis after flowering. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 131, n. 5, p. 41-53, 2005.

BIANCHINI, A. **Estudo Comparativo entre Manejos de Secagem e Armazenamento de Arroz na Incidência de Fungos Toxigênicos e Micotoxinas.** 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BINOTTI, F.F.S. et al. Qualidade industrial e fisiológica do arroz de terras altas irrigado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 219-226, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Padrões para produção e comercialização de Sementes de arroz.** Brasília, 2005.

CAMARGO, E.R. et al. Influência da aplicação de nitrogênio e fungicida no estádio de emborrachamento sobre o desempenho agronômico do arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 153-159, 2008.

CARRARO, I.M. Semente: insumo nobre. **Seed News**, Pelotas, n.5, p. 34-35, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: Funep, 4. ed., 2000, 588p.

DALLAGNOL, L.J. et al. Danos das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 131-138. 2006.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasilia, v. 7, n. 1, p. 139-146, 1985.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING, M.J. The effects of fungicide on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 138, p. 1-16, 2002.

DRUVEFORS, U.Ä., SCHNÜNRER, J. Mold-inhibitory activity of different yeast species during airtight storage of wheay grain. **FEMS Yeast Research**, Amsterdam, v. 5, n. 4, p. 373-378, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases.** Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 16 jun. 2009.

FERGUSON, J.E. Biología de la Semilla y Sistemas de Producción de Semilla para *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P.C. (Ed.). **Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1995. p.131-143.

FREITAS, T.F.S. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 6, p. 2397-2405, 2008.

GARCIA, M.J.M. et al. Sucessão de espécies de fungos em milho armazenado em sistema aerado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 14-22, 2002.

HÖELTZ, M. **Estudo da influência de manejos pós-colheita na incidência de fungos e micotoxinas no arroz (Oryza sativa L.)**. Porto Alegre, UFRGS, 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2005.

JENNINGS, P.R. et al. **Mejoramiento de arroz**. Calli: CIAT, 1981. 237p.

KOBATA, T.; SUGAWARA, M.; TAKATU, S. Shading during the early grain filling period does not affect potential grain dry matter increase in rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 3, p. 411-417, 2000.

KOBATA, T.; UEMUKI, N. High temperatures during the grain filling period do not reduce the potential grain dry matter increase of rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 2, p. 406-414, 2004.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

KUNZE, O.R.; PRASAD, S. Grain fissuring potentials in harvesting and drying of rice. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 21, n. 2, p. 361-366, 1978.

KUNZE, O.R. Influencia de la absorción de humedad en la calidad de molienda del arroz cascara. **Noticiário de la Comisión Internacional del Arroz**, v. 35, n. 2, p. 1-3, 1986.

KUNZE, O.R.; PERALTRA, E.K.; TURNER, F.T. Fissured rice related to grain moisture weather and fertilization rates. In: INTERNATIONAL WINTER MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, St. Joseph, 1988. **Proceedings**, St. Joseph: American Society of Engineers, 1988.

MARCHEZAN, E. Efeito de elementos meteorológicos na época de colheita sobre a quantidade de grãos inteiros em arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 191-195, 1995.

MARCOS FILHO, M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARTINEZ, C. Y; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. Guia del estudio. Cali: CIAT, 1989, 75p.

MARZARI, V. et al. População de plantas, doses de nitrogênio e a aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. I. Características agronômicas. **Ciência Rural**, Santa Maira, v. 37, n. 2, p. 330-336, 2007.

MARZARI, V. et al. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. II. Qualidade de grãos e sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 936-941, 2007.

MEIRA, F.A. et al. Resposta de dois cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2005.

MENEZES, V.G. et al. **Projeto 10: estratégias de manejo para aumentar a produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de pesquisa, 2004, 32p.

MOLINIÉ, A. et al. Analysis of some breakfast cereals on the French market for their contents of ochratoxin A, citrinin and fumonisin B1: development of a method for simultaneous extraction of ochratoxin A and citrinin. **Food Chemistry**, London, v. 92, n. 3, p. 391-400, 2005.

NANGJU, D.; DE DATTA, S.K. Effect of time of harvest and nitrogen level on yield and grain breakage in transplanted rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 468-474, 1970.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de Sementes** In: Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 2^a edição, 2006, p12-93.

POMMEL, B. et al. Carbon and nitrogen allocation and grain filling in three maize hybrids differing in leaf senescence. **Journal of Agronomy**, Cairo, v. 24, n. 3, p. 203-211, 2006.

PUZZI, D. **Abastecimento e Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 666 p.

RIBEIRO, G.J. et al. Efeitos do atraso na colheita e do período de armazenamento sobre o rendimento de grãos inteiros de arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1021-1030, 2004.

RODRIGUES, A.O. **Sementes verdes e qualidade de sementes de arroz (Oryza sativa L.)**. 2001. 24f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2001.

SANTOS, G.R. et al. Fungicidas para o controle das principais doenças do arroz irrigado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 11-18. 2009.

SCHUCH, L.O.B. et al. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia-preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000.

SILVA, P.S.L.; BRANDÃO, S.S. Rendimento no beneficiamento e translucidez de grãos de cultivares de arroz em função de níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 943-949, 1987.

SLATON, N.A. et al. Seeding date effect on rice grain yields in Arkansas and Louisiana. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, n. 1, p. 218-223, 2003.

SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P.R.V.S. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 74-80, 2008.

SOAVE, J. et al. Índice de intensidade de infecção adaptado ao estudo de manchas de sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 2, p. 223-237, 1988.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas-RS: SOSBAI, 161p. 2007.

SOFIATTI, V. et al. Efeitos de regulador de crescimento, controle de doenças e densidade de semeadura na qualidade industrial de grãos de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 418-423, 2006.

SOUZA, P.R. Alguns aspectos da influência do clima temperado sobre a cultura do arroz irrigado no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9-11, 1990.

SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M.K. Effect of variety environment of milling quality of rice. In: _____. **Rice grain quality a marketing**. Manila: IRRI, 1985. p.49-59.

STEFFE, J.F.; SINGH, R.P.; MILLER JR., G.E. **Harvest, drying and storage of rough rice**. In: LUH, B.S. (ed.) **Rice: production and utilization**. Westport: Connecticut AVI Publishing, 1980. p.311-359.

STANSEL, J.W. Effective utilization of sunlight. In: STANSEL, J.W. & MILLER, J.E. **Six decades of rice research in Texas**. College Station, Texas Agricultural Experiment Station, 1975. p.43-50.

TANAKA, M.A.S.; MAEDA, J.A.; ALMEIDA, I.H. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 501-508. 2001.

TERRES, A. L.; GALLI, J. **Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária e Terras Baixas (Pelotas, RS) **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.83-94.

VIEIRA, N.R. de A.; CARVALHO, J.L.V. de. **Qualidade tecnológica**. In: VIEIRA, N.R. et al. **A cultura do arroz no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. Cap.21, p.582-604.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, Campinas 1987. p.260-275.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

YOSHIDA S., PARAO F.T. **Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics**. Int. Rice Res. Inst. Climate and rice, 1976, p. 471-494.

- CAPÍTULO I -

MOMENTO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM ÉPOCA TARDIA DE SEMEADURA

Fungicide application moment in irrigated rice genotypes with late sowing date

Resumo

O objetivo do trabalho foi caracterizar a resposta de genótipos de arroz irrigado ao momento de aplicação de fungicida, visando à obtenção de elevada produção e da qualidade de grãos e sementes, em semeaduras realizadas após a época preconizada. O experimento foi conduzido a campo, sendo semeado no dia 08 de dezembro de 2008, caracterizando-se como semeadura tardia, em área de várzea, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os tratamentos, arranjados em esquema fatorial em faixas, constituíram-se de cinco genótipos de arroz irrigado – BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 422CL, IRGA 423 e INOV – e do momento de aplicação de fungicida na sub-parcela dentro de cada faixa, com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, aplicado na parte aérea das plantas, em diferentes estádios de desenvolvimento (T1- testemunha sem aplicação de fungicida, T2- aplicação em estádio R2, T3- aplicação em estádio R3 e T4- aplicação em estádio R2+R4). Em semeadura tardia, as maiores produtividades de grãos são observadas com uso de fungicida na parte aérea das plantas. Duas aplicações refletem positivamente no vigor das sementes e na redução da severidade de doenças, especialmente em estádios mais avançados de desenvolvimento das plantas. O genótipo IRGA 423 apresenta a melhor resposta ao uso de fungicida no controle de doenças foliares no final do ciclo, representado pela maior qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: germinação de sementes, grão inteiro, produtividade de grãos, severidade de doenças.

Abstract

The objective of this work was to characterize the response of irrigated rice genotypes to fungicide application timing, in order to gain yield, seed and grain quality especially for field sowed after the recommended period. The experiment was conducted in a lowland area of the Department of Crop Sciences of the Federal University of Santa Maria (UFSM). Field was sowed in December 8th, 2008, characterizing late sowing. The treatments, arranged in a strip plot design with a factorial scheme, were constituted of 5 rice genotypes (BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 422CL, IRGA 423 and INOV) in the main plot and the fungicide application timing in sub-plots. Each strip had the formulated mixture of propiconazole + trifloxystrobin applied over the canopy at different developmental stages (T1- untreated check, T2- application in R2 stage, T3- application in R3 stage and T4- application in R2+R4 stages). Regarding to the late sowing, use of fungicide provided gain in grain yield and seed vigor. Two fungicide applications increased productivity and reduced diseases severity, especially in advanced development stages. The genotype IRGA 423 demonstrated the best physiological quality of seeds and the best response to fungicide application for control of foliar diseases at the end of the cycle, represented by better physiological seed quality.

Keywords: seed germination, whole grain, productivity, disease severity.

Introdução

A tecnologia de proteção de plantas de arroz irrigado através da utilização de fungicidas se amplia a cada ano, na medida que se observa elevação da ocorrência de doenças fúngicas, fato este mais notado em semeaduras realizadas após a época preferencial, principalmente em razão das condições climáticas e da ocorrência de precipitações mais freqüentes (FAGERIA et al., 1997; SILVA et al., 2007; FREITAS et al., 2008). O uso de fungicida é uma tecnologia fundamental neste caso, já que a pressão de patógenos se eleva consideravelmente.

A severidade de doenças, além de provocar redução na área foliar e, consequentemente, diminuição da síntese de fotoassimilados para os grãos, pode resultar em elevada porcentagem de esterilidade das espiguetas (BETHENOD, 2005). Trabalhos demonstram que a aplicação de fungicidas reduz a severidade de doenças e aumenta a área foliar verde, resultando em aumento da produtividade de grãos na ordem de 6,1 a 42,1%, segundo

Dallgnoal et al. (2006). O incremento na produtividade do arroz irrigado ocorre em níveis variáveis, pois Marzari et al. (2007), em estudo com a cultivar IRGA 417, relatam aumento na produtividade do arroz em 2,5% com aplicação de fungicida, resultado obtido em ano com baixa severidade de doenças foliares.

Outro aspecto importante para o processo de tomada de decisão relaciona-se à qualidade do produto a ser colhido, pois além da produtividade, é necessário também avaliar o efeito do fungicida na qualidade física dos grãos de arroz. Miura et al. (2005) relatam perdas no percentual de grãos inteiros provocado pela ocorrência de doenças fúngicas, expressando a importância do fungicida, inclusive no momento da comercialização do arroz, pois é utilizado o percentual de grãos inteiros e grãos gessados no estabelecimento do preço. Na mesma importância da qualidade física, a qualidade fisiológica mostra resposta quanto ao uso de fungicida, pois o controle de doenças foliares, através desse uso, eleva a qualidade fisiológica com sementes mais vigorosas no momento da emergência e, consequentemente, alto poder de germinação (SOFIATTI et al., 2005).

As doenças economicamente mais importantes, embora estejam relacionadas ao clima e ao manejo da lavoura, em condições subtropicais, manifestam-se mais intensamente a partir da floração do arroz, apresentando maior ocorrência em semeaduras tardias. Como a estratégia de controle de doenças envolve aplicação preventiva, é fundamental definir o melhor momento da aplicação de fungicida para cada genótipo de arroz irrigado, de forma a otimizar o período de proteção das plantas. Autores como Argenta et al. (2003) e Menezes et al. (2004) alertam que, além da elevação da ocorrência de doenças fúngicas, semeaduras realizadas fora da época preferencial expõem as plantas a menor taxa de radiação solar, resultando num menor acúmulo de fotoassimilados e, consequentemente, reduzindo a produtividade. Assim, associar o potencial produtivo de grãos de arroz irrigado e a necessidade ou não de aplicação de fungicida, em semeaduras realizadas em época tardia, constitui-se em informação fundamental para o manejo das lavouras. Dessa forma, o trabalho objetivou caracterizar a resposta de genótipos de arroz irrigado ao momento da aplicação de fungicida, visando à obtenção de elevada produção e qualidade de grãos e sementes, em semeaduras realizadas após a época preferencial.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em campo, durante a estação de crescimento de 2008/09, em área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria

(UFSM). O solo da área experimental é classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico areníco, com as seguintes características: pH água (1:1)= 5,3; P = 12,6 mg dm⁻³; K= 40 mg dm⁻³; argila= 24%; M.O.= 2,1%; Ca= 4,6 cmolc dm⁻³; Mg= 2,0 cmolc dm⁻³; Al= 0,4 cmolc dm⁻³; saturação de Al= 6%; saturação de base= 49% e índice SMP 5,6.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial, com cultivo em faixas (5 x 4) e quatro repetições. O fator A, em faixas, composto por cinco genótipos de arroz irrigado: quatro cultivares, BR-IRGA 409 (ciclo 132 dias), IRGA 417 (ciclo 119 dias), IRGA 422CL (ciclo 120 dias) e IRGA 423 (ciclo 114 dias) e o híbrido INOV (ciclo 116 dias)¹. O fator D foi composto pela aplicação de fungicida na sub-parcela dentro de cada faixa, utilizando fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, aplicado na parte aérea das plantas, em diferentes estádios de desenvolvimento (T1- testemunha sem aplicação de fungicida, T2- aplicação em R2, T3- aplicação em R3 e T4- aplicação em R2+R4, segundo a escala de COUNCE et al., 2000).

A semeadura foi realizada no dia 08 de dezembro de 2008, sendo cada parcela constituída por nove linhas espaçadas em 0,17 m, com semeadura no sistema de cultivo mínimo. As cultivares foram semeadas na densidade de 100 kg ha⁻¹ e o híbrido com 45 kg ha⁻¹, sendo previamente tratadas com o inseticida fipronil (250 g i.a. ha⁻¹) e com o fungicida thiram + carboxin (200 g i.a. ha⁻¹ + 200 g i.a. ha⁻¹). A adubação nitrogenada, fosfatada e potássica foi realizada com a distribuição na linha de semeadura de 17,5 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 105 kg ha⁻¹ de K₂O. A emergência das plântulas ocorreu aos sete dias após a implantação do experimento, sendo realizada uma irrigação para favorecer a emergência das plântulas.

Para o controle de plantas daninhas, foi realizada uma aplicação de penoxsulam + cyhalofop-butyl (24 g i.a. ha⁻¹ + 270 g i.a. ha⁻¹) com pulverizador costal manual, munido de pontas leque 11002, na vazão de 135 L ha⁻¹, com adição de 0,5% v/v de óleo mineral emulsionável, realizada um dia antes do início da irrigação definitiva. A utilização do nitrogênio (N) em cobertura foi realizada em duas aplicações: um dia antes da irrigação definitiva, na quantidade de 70 kg ha⁻¹ de N, e 45 kg ha⁻¹ de N na iniciação da panícula (R0).

A irrigação definitiva iniciou aos 12 dias após a emergência (DAE), e os demais tratos culturais foram conduzidos conforme a recomendação técnica para a cultura (SOSBAI, 2007).

As aplicações de fungicida na parte aérea das plantas foram realizadas através da pulverização da mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na dose de 93,75 g i.a.

¹ Ciclo dos genótipos observados a campo em dias, da emergência das plântulas até o dia da colheita do arroz.

$ha^{-1} + 93,75$ g i.a. ha^{-1} , respectivamente, para os tratamentos com uma aplicação (tratamentos T2 e T3), e na dosagem de $75,0$ g i.a. $ha^{-1} + 75,0$ g i.a. ha^{-1} de propiconazol + trifloxistrobina, quando realizadas duas aplicações de fungicida (tratamento T4), com adição de 500 ml ha^{-1} de óleo mineral emulsionável, composto de éster metilado de óleo de soja, conforme as recomendações do produto. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido a CO_2 (pressão de 40 lbs pol^{-2}), utilizando-se uma barra com quatro pontas de pulverização cone vazio (Jacto JA-2) espaçadas $0,50$ m, com volume de calda ajustado para 232 L ha^{-1} .

A avaliação da população inicial de plantas foi realizada aos 10 DAE, em local representativo da unidade experimental, onde foi demarcado um metro na linha de semeadura e efetuada a contagem das plantas. No mesmo local, realizou-se a contagem do número de colmos, aos 22 , 31 , 42 e 53 DAE das plantas, para estimar a evolução e a duração do perfilhamento.

Avaliou-se a severidade de doenças foliares quando as plantas de arroz se encontravam no estádio R6 e R8, segundo a escala de COUNCE et al. (2000). Essa avaliação foi realizada por meio de observações visuais, estimando-se o percentual de área foliar atacada, em que $0\% =$ sem ataque de doenças na folha, e $100\% =$ folha totalmente atacada por doença. Para a incidência de doenças foliares foram avaliadas 50 folhas bandeira, escolhidas aleatoriamente, com a presença ou não das principais doenças: brusone (*Pyricularia grisea*), mancha parda (*Drechslera oryzae*), escaldadura das folhas (*Rhynchosporium oryzae*), mancha estreita (*Cercospora oryzae*) e mancha de alternaria (*Alternaria padwickii*). Posteriormente, os resultados foram transformados em porcentagem de incidência de doenças.

A colheita foi efetuada manualmente quando os grãos apresentaram grau de umidade média de 22% , em área útil de $5,95\ m^2$ ($5 \times 1,19\ m$) em cada parcela. Após a trilha, limpeza, secagem e pesagem dos grãos com casca, os dados foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos em $kg\ ha^{-1}$. Os componentes da produtividade, que são número de panículas por metro quadrado; número de grãos por panícula; massa de mil grãos e esterilidade de espiguetas, foram determinados pela contagem das panículas no metro linear demarcado e pela coleta de 10 panículas por ocasião da colheita.

O teste de germinação de sementes foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel filtro, mantidos no germinador regulado, com temperatura constante de $25\ ^\circ C$, durante os 14 dias da realização do teste. O volume de água utilizado para embebição das sementes foi equivalente a $2,5$ vezes a massa do papel seco. A contagem foi realizada aos 14 dias após o início do teste, considerando as plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes

(BRASIL, 1992). Através do teste de germinação, determinou-se a avaliação de primeira contagem da germinação, em que foi apurado o percentual de plântulas normais, considerando as com tamanho superior a 2,0 cm de parte aérea e 2,0 cm de parte radicular, totalizando 4,0 cm de comprimento, no sétimo dia após a instalação do teste de germinação. As sementes foram classificadas de acordo com a escala proposta por Marchesan et al. (2001): vigor muito alto (>90%); vigor alto (81-90%); vigor médio (71-80%); vigor baixo (61-70%) e vigor muito baixo (<60%).

A qualidade física dos grãos foi avaliada através do percentual de grãos inteiros obtidos pelo processo de beneficiamento de uma amostra de 100g de arroz com casca, em testadora de amostras da marca Suzuki (engenho de provas). Realizou-se a classificação de grãos gessados, utilizando a amostra de rendimento do grão inteiro. Foi realizada a classificação considerando como gessado o grão que apresentasse toda a sua estrutura ou superfície com coloração opaca de aspecto farinhoso ou semelhante ao gesso, conforme as instruções do órgão oficial de classificação de grãos no Estado do Rio Grande do Sul (ASCAR/EMATER), baseado na Portaria nº269, de 17 de novembro de 1988, do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. O percentual de grãos gessados foi obtido através da diferença entre grãos gessados e o peso da amostra total.

As variáveis analisadas foram submetidas ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variâncias), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os dados de severidade de doenças, incidência de doenças e grãos gessados foram transformados para $yt = \text{arcosen}\sqrt{(y+0,5)/100}$, e os demais dados em porcentagem para $yt = \sqrt{(y + 0,5)}$. Para os resultados expressos graficamente, determinou-se o intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

O estande inicial de plantas avaliado aos 10 DAE variou de 193 a 251 plantas m^{-2} para os genótipos INOV e IRGA 423, respectivamente, situando-se dentro da faixa preconizada para obtenção de elevadas produtividades de grãos. A média do experimento ficou em torno de 223 plantas m^{-2} (dados não mostrados).

O menor estande de plantas apresentado pelo híbrido INOV refletiu na evolução do número de colmos por plantas (Figura 1), que foi compensado pelo alto potencial de perfilhamento. A produção de colmos aumentou de forma semelhante entre os genótipos,

atingindo valores máximos aos 31 DAE de forma geral, sendo a produção de colmos estabelecida na contagem realizada aos 42 DAE. A partir desse estádio, o número de colmos diminuiu, apresentando média de 2,7 por planta, na contagem realizada aos 53 DAE.

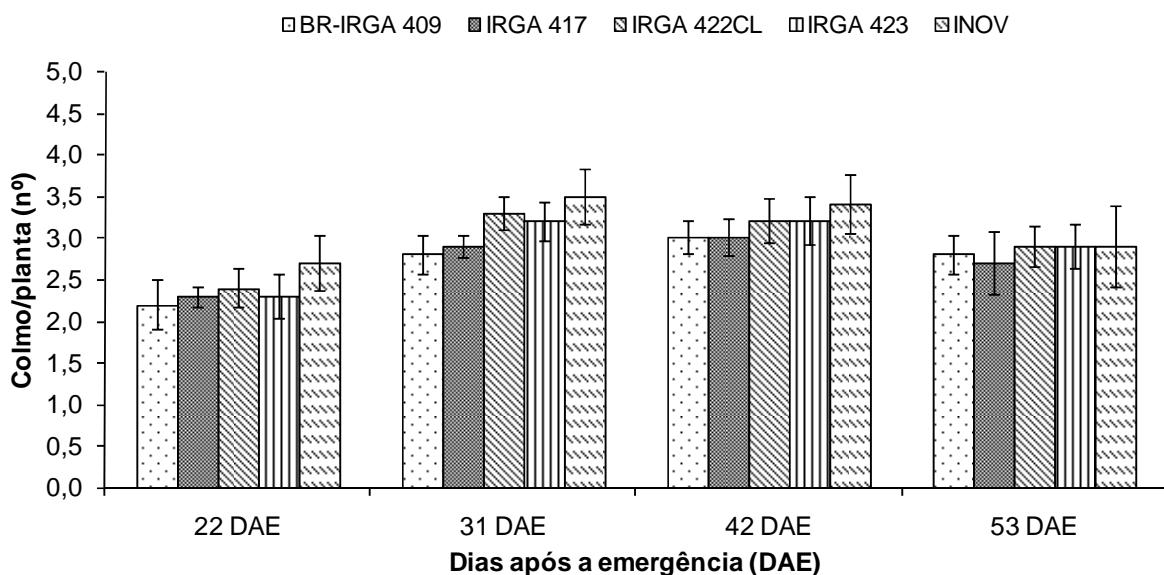


Figura 1- Evolução do número de colmo por plantas, em diferentes genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

As avaliações de severidade de doenças apresentaram interação entre os genótipos e o momento de aplicação de fungicida. Para a avaliação realizada em R6 (Tabela 1), o genótipo BR-IRGA 409 apresentou a maior severidade de doenças, a qual pode estar correlacionada, em parte, ao seu ciclo mais longo. Transcorreram nove dias de intervalo entre a realização da avaliação dos demais genótipos para este, o que pode explicar a elevada severidade de doenças foliares já na primeira avaliação.

A avaliação em estádio R6 é importante, pois caracteriza o início da fase de enchimento dos grãos, podendo nisso refletir diretamente devido à menor área foliar sadia das plantas e, consequentemente, à diminuição da translocação de fotoassimilados. Para Gelang et al. (2000), a duração do enchimento de grãos depende da duração da área foliar verde, pois as doenças fúngicas da parte aérea diminuem a área foliar e, consequentemente, a capacidade de produção de fotoassimilados (BETHENOD et al., 2005), interferindo assim no enchimento de grãos. Dimmock & Gooding (2002), estudando o efeito de fungicidas na taxa e na duração do enchimento de grãos em trigo, demonstraram que o controle de doenças refletiu-se na duração da área verde da folha bandeira e na ampliação desse o período.

Quanto à aplicação de fungicida, houve diferença somente em relação à testemunha, não se apresentando distinção quando realizadas uma ou duas aplicações. De acordo com Celmer et al. (2007), o controle químico de doenças do arroz, quando realizado preventivamente, pode proporcionar redução significativa na severidade das doenças, evidenciando assim a importância de conhecer e estabelecer estratégias quanto ao momento da aplicação de fungicida no controle químico.

Em relação à incidência de doenças foliares, observou-se somente a presença de mancha parda (*Drechslera oryzae*) e mancha estreita (*Cercospora oryzae*). O genótipo INOV apresentou a menor incidência de mancha parda. Os demais apresentaram incidência de mancha parda acentuada, com destaque para BR-IRGA 409, com 87% a mais que o híbrido INOV. O uso de fungicida mostrou-se eficiente no controle de doenças foliares, de modo significativo, independentemente do momento da aplicação, reduzindo a incidência de mancha parda no estádio R6. Para mancha estreita, teve-se menor incidência, principalmente nos genótipos IRGA 423 e INOV. Quanto ao momento de aplicação, não houve efeito significativo, estabelecendo-se uma incidência de 4% de mancha estreita.

Tabela 1- Severidade de doenças foliares e incidência de mancha parda (*Drechslera oryzae*) e mancha estreita (*Cercospora oryzae*), avaliada nas folhas das plantas em estádio R6, em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Fungicida ¹	Severidade de doenças em R6 (%)				
	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423	INOV
Testemunha	A 12 a ²	B 5 a	B 6 a	B 6 a	C 3 ab
R2	A 7 b	B 3 b	B 3 b	B 3 b	C 1 b
R3	A 7 b	BC 3 b	B 4 b	BC 3 b	C 2 ab
R2+R4	A 6 b	B 3 b	B 3 b	BC 2 b	C 1 b
Média	9	4	4	4	2
CV ₁ (%) ³			13,3		
CV ₂ (%) ⁴			11,9		
Incidência de doenças					
Genótipos	Mancha parda (%)			Mancha estreita (%)	
BR-IRGA 409	66 a			7 ab	
IRGA 417	26 b			3 ab	
IRGA 422CL	37 b			9 a	
IRGA 423	28 b			1 b	
INOV	8 c			1 b	
Fungicida					
Testemunha	57 a			6 ^{ns 5}	
R2	39 b			4	
R3	25 b			4	
R2+R4	18 b			3	
Média	33			4	
CV ₁ (%)	23,9			38,9	
CV ₂ (%)	24,7			20,1	

¹Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al. (2000). ²Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ³Coeficiente de variação da parcela principal.

⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na segunda avaliação de severidade de doenças foliares, realizada em R8 (Tabela 2), o genótipo IRGA 423 apresentou o maior índice, com 69% a mais do que o genótipo INOV, o qual apresentou a menor severidade.

Em relação ao fungicida, o genótipo IRGA 423 apresentou as maiores diferenças entre os momentos de aplicação. A utilização de duas aplicações para a mesma cultivar (IRGA 423) resultou em uma severidade 74% menor, comparada com a testemunha (sem fungicida). O comportamento para os demais genótipos foram, de modo geral, semelhantes quanto ao uso de duas aplicações de fungicida, com as quais apresentaram menor severidade de doença. Nesse sentido, o uso de duas aplicações prolonga o período de proteção da área foliar das

plantas, tendo maior eficiência no controle de doenças, com acréscimo no potencial produtivo do arroz (DALLAGNOL et al., 2006).

Para a mancha parda (*Drechslera oryzae*), avaliada em estádio R8, houve interação entre os genótipos de arroz e os momentos de aplicação de fungicida. A incidência neste estádio de desenvolvimento apresentou valores elevados, em que os genótipos BR-IRGA 409, IRGA 417 e IRGA 422CL apresentaram incidência de 100% nas folhas. A realização de duas aplicações de fungicida (em estádio R2 + R4) nos genótipos IRGA 423 e INOV apontou uma redução significativa na incidência dessa doença. Duas aplicações proporcionam maior controle sobre as manchas foliares, podendo até aumentar a produtividade de grãos, como observaram Santos et al. (2009).

Para mancha estreita (*Cercospora oryzae*), não houve interação entre os fatores; os genótipos INOV e IRGA 423 apresentaram a menor incidência, 3 e 7% respectivamente, seguidos por IRGA 417 e IRGA 422CL, com incidência de 26%. O uso de duas aplicações de fungicida promoveu uma redução de 51% na incidência de mancha estreita comparado com a testemunha; quando realizada uma aplicação em estádio R3, a redução foi de 30%. De modo geral, o uso de fungicida faz-se importante quando preconiza a proteção da área foliar até estádios avançados de desenvolvimento da cultura do arroz irrigado. GODOY & CANTERI (2004) destacam que duas aplicações reportam maior proteção à parte aérea das plantas em função do aumento do residual do fungicida, o que reflete diretamente na produtividade de grãos.

Com relação aos valores observados no experimento para severidade e incidência de doenças, estes estão de acordo com os observados por alguns autores que avaliaram a eficiência do uso de fungicida na cultura do arroz. Ottoni et al. (2000) estudaram mistura de fungicidas e doses e diagnosticaram que, quando realizada a aplicação, a incidência de mancha parda (*Drechslera oryzae*) ficou em média de 2,4%, enquanto na testemunha foi 25,6%. Nesse sentido, Silva et al. (2003) verificaram um índice de severidade de doenças foliares em torno de 16%, enquanto outros autores, como Dallagnol et al. (2006), estudando o melhor momento de aplicação de fungicida e a melhor mistura, observaram uma severidade de doenças fúngicas de 18% na média, em estudo com a cultivar SCS 112 (Epagri). Celmer et al. (2007) avaliaram cinco épocas de aplicação de fungicida, em relação às cultivares IRGA 417 e El Passo L 144, e observaram incidência de mancha parda (*Drechslera oryzae*) para a cultivar El Passo L 144 de 12,8% para a testemunha e em média de 1,6%, quando realizada aplicação de fungicida, sendo para a cultivar IRGA 417 a incidência de 14,8% para testemunha e 1,9% com uso de fungicida. Sofiatti et al. (2006) avaliaram o uso de fungicida

para as cultivares IRGA 417 e El Passo L 144 e observaram severidade de doenças de 0,9 e 1,8%, respectivamente. Marzari et al. (2007) e Camargo (2008) avaliaram a severidade de doenças para a cultivar IRGA 417, em função do uso de fungicida e verificaram uma severidade de 1,2 e 4,0% respectivamente.

Tabela 2- Severidade de doenças foliares e incidência de mancha parda (*Drechslera oryzae*) e mancha estreita (*Cercospora oryzae*), avaliada nas folhas das plantas em estádio R8, em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Severidade de doenças em R8 (%)					
Fungicida ¹	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423	INOV
Testemunha	B 12 a ²	B 11 a	B 9 a	A 23 a	C 6 a
R2	B 9 ab	BC 7 b	BC 7 ab	A 19 b	C 6 a
R3	B 7 b	BC 6 b	BC 6 ab	A 15 c	C 4 ab
R2+R4	A 6 b	A 5 b	A 5 b	A 6 d	B 3 b
Média	8	7	7	16	5
CV ₁ (%) ³			7,26		
CV ₂ (%) ⁴			8,19		
Incidência de mancha parda em R8 (%)					
Fungicida	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423	INOV
Testemunha	A 100 ^{ns} ⁵	A 100 ^{ns}	A 100 ^{ns}	A 100 a	A 100 a
R2	A 100	A 100	A 100	A 100 a	A 100 a
R3	A 100	A 100	A 100	A 100 a	A 100 a
R2+R4	A 100	A 98	A 99	B 86 b	C 63 b
Média	100	100	100	97	91
CV ₁ (%)			6,5		
CV ₂ (%)			6,7		
Genótipos					
Incidência de mancha estreita em R8 (%)					
BR-IRGA 409			43 a ²		
IRGA 417			26 b		
IRGA 422CL			26 b		
IRGA 423			3 c		
INOV			7 c		
Fungicida					
Testemunha			27 a		
R2			24 a		
R3			19 ab		
R2+R4			13 b		
Média			21		
CV ₁ (%)			31,9		
CV ₂ (%)			32,3		

¹Aplicação de fungicida, segundo escala de COUNCE et al.(2000). ²Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ³Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

A produtividade de grãos dos genótipos variou de 7.964 a 9.567 kg ha⁻¹ (Tabela 3), com a maior produtividade apresentada pelo o híbrido INOV. A cultivar BR-IRGA 409 apresentou a menor produtividade de grãos, sendo esta 16,7% menor que a do híbrido INOV. Essa menor produtividade pode, em parte, estar relacionada às características distintas entre o potencial dos híbridos e das cultivares.

A cultivar IRGA 423, com o ciclo mais precoce entre as presentes no experimento, apresentou produtividade de 8.965 kg ha⁻¹, sendo 11% mais produtiva que a BR-IRGA 409, sinalizando que, quando se realiza semeadura após a época recomendada, a melhor estratégia em relação à escolha do genótipo é preferencialmente pelos genótipos com ciclo curto. A média de produtividade observada no experimento encontra-se acima da produtividade média do Estado do Rio Grande do Sul (7.200 kg ha⁻¹). Esse fato pode estar associado à radiação solar que, durante a condução do experimento, foi superior à normal, associada à temperatura do ar e à precipitação pluviométrica, também favorável, durante o período reprodutivo e de maturação do arroz (Anexos). Assim, isso pode se refletir de modo concomitante na acumulação de matéria seca pela plantas, que depende diretamente da assimilação de carbono através da fotossíntese (CAUSSE et al., 1995). A maior interceptação de radiação solar necessária para o arroz ocorre durante os períodos reprodutivos e de maturação, período em que as plantas atingem o nível máximo de área foliar (YOSHIDA & PARAO, 1976).

Deve ser lembrado que a semeadura foi realizada fora da época preferencial e por isso os resultados de produtividade podem não expressar o comportamento dos genótipos em condições adequadas de cultivo, como observado por Freitas et al. (2008), que estudaram a eficiência do uso de nitrogênio em duas épocas de semeadura, obtendo a menor produtividade de grãos em semeadura tardia.

A realização de duas aplicações de fungicidas (em estádio R2 + R4) proporcionou maior produtividade de grãos, em comparação à testemunha, mas não se obteve diferença quando realizada apenas uma aplicação no estádio R2 ou R3. O tratamento com uma aplicação proporcionou acréscimo de produtividade de cerca de 4% em relação à testemunha, enquanto duas aplicações de fungicida elevaram a produtividade de grãos em 14% (Figura 2). Nesse sentido, alguns autores relatam que os maiores índices ocorrem com duas aplicações, porém a resposta pode ser variável, podendo alcançar acréscimo de até 42,1% na produtividade, tal como observaram Dallagnol et al. (2006). Em outro trabalho, Santos et al. (2009) constataram acréscimo na ordem de 34,8%, quando realizadas duas aplicações na cultivar Epagri 108, comparado com a testemunha, sem aplicação de fungicida.

O uso de fungicida faz-se importante para a proteção da área foliar das plantas, mantendo-as fotossinteticamente ativa, principalmente em condições de elevada severidade de doenças, porque se acredita que o processo de senescência esteja correlacionado com o desequilíbrio luz-carbono, uma vez que a ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco) é a primeira enzima degradada no ciclo de Calvin, quando se inicia o processo de senescência, prejudicando as reações metabólicas e a degradação de proteínas, mRNA e rRNA, que ocorrem simultaneamente à translocação de substâncias móveis em direção aos grãos em processo de enchimento (JIAO & LI, 2003).

Tabela 3- Produtividade de grãos, em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Genótipos	Produtividade (kg ha ⁻¹)
BR-IRGA 409	7.964 d ¹
IRGA 417	8.685 bc
IRGA 422CL	8.250 cd
IRGA 423	8.965 b
INOV	9.567 a
<hr/>	
Fungicida ²	
Testemunha	8.245 b
R2	8.458 ab
R3	8.586 ab
R2+R4	9.582 a
<hr/>	
Média	8.701
CV ₁ (%) ³	5,5
CV ₂ (%) ⁴	5,3

¹Na coluna, médias não seguidas da mesma letra diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). ²Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000. ³Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴Coeficiente de variação da sub-parcela.

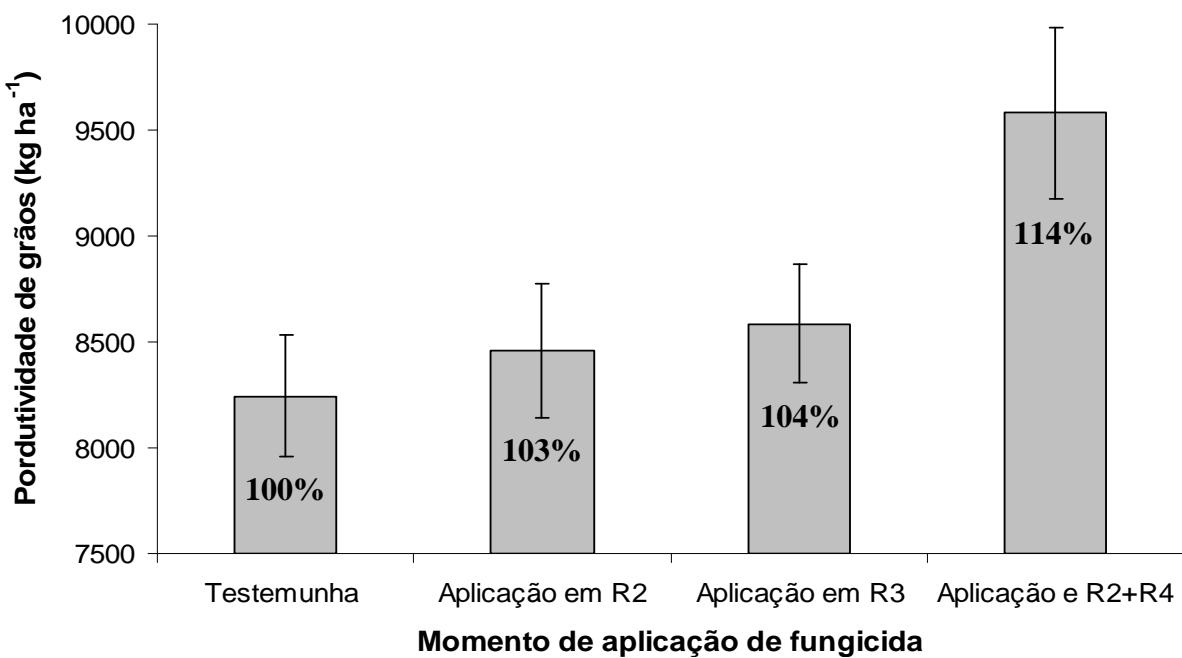


Figura 2- Produtividade de grãos em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na cultura do arroz irrigado semeado após a época preconizada para a cultura. Santa Maria-RS, 2009.

Para o número de panícula m^{-2} (Tabela 4), os genótipos BR-IRGA 409 e INOV apresentaram o menor número em relação aos demais, com 366 e 372 m^{-2} , respectivamente. No geral, o número de panículas m^{-2} obtido neste experimento estabeleceu-se abaixo do preconizado para obter-se elevado potencial produtivo, como observado nos trabalhos de Marzari et al. (2007) e Camargo et al., (2008) que, de forma geral, trabalharam com doses de nitrogênio e aplicação de fungicida para obtenção de elevada produtividade de grãos, estabelecendo o número de panícula m^{-2} em média de 552. A média geral do perfilhamento efetivo (total de panículas m^{-2} dividido pela produção total de colmos por planta) entre os genótipos foi de 59% da produção de colmos convertida em panículas.

A importância de conhecer o perfilhamento efetivo do arroz reflete na eficiência da planta em produzir perfilhos, que resultam em panículas, indicando que muitos perfilhos morrem antes de completar o ciclo. Isso é atribuído à competição por luz e nutriente, já que geralmente emergiram mais tarde (ISHIZUKA & TANAKA, 1963). Segundo Freitas et al. (2008), a tendência é que semeaduras tardias apresentem menor número de panículas m^{-2} quando comparadas com a semeadura realizada na época indicada. Isso ocorre devido à baixa resposta à adubação nitrogenada, em razão das condições climáticas, que podem afetar a absorção de N, pois após a absorção pelas plantas esse N deve ser reduzido a nitrito pela

enzima *nitrato redutase*, que tem sua atividade regulada pela intensidade luminosa e pelo nível de carboidratos disponível na planta (SIVASANKAR & OAKS, 1996).

Tabela 4- Número de panículas m^{-2} , número de espiguetas por panículas, esterilidade de espiguetas e estatura de plantas, em resposta a diferentes estádios de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Genótipos	Número de panículas m^{-2}	Espiguetas por panículas	Esterilidade de espiguetas %	Estatura de plantas cm
BR-IRGA 409	366 b ¹	74 c	14,2 a	88 ab
IRGA 417	471 a	94 b	7,6 b	88 ab
IRGA 422 CL	446 ab	81 bc	13,8 a	86 b
IRGA 423	487 a	93 b	11,9 a	84 c
INOV	372 b	110 a	12,7 a	92 a
Fungicida²				
Testemunha	410 ns ³	89 ns	12,6 ns	87 ns
R2	429	89	12,9	88
R3	418	93	12,4	87
R2+R4	424	91	11,3	88
Média	424	90	12,0	87
CV ₁ (%) ⁴	16,8	7,2	10,6	4,7
CV ₂ (%) ⁵	16,2	7,5	11,1	2,7

¹Na coluna, médias não seguidas da mesma letra diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ²Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000. ³Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ⁴Coeficiente de variação da parcela principal. ⁵Coeficiente de variação da subparcela.

O número de espiguetas por panículas variou de 74 para a cultivar BR-IRGA 409, até 110 para o híbrido, sendo que os genótipos IRGA 417 e IRGA 423 apresentaram as maiores médias entre as cultivares. No entanto, o menor porcentual de esterilidade de espiguetas foi observado para o genótipo IRGA 417, com um percentual 36% menor do que a média dentre os demais. Para estatura de plantas, avaliada no momento da colheita, o genótipo INOV apresentou o maior valor (92 cm), seguido pelo genótipo IRGA 423, com a menor estatura (84 cm), sendo que os valores estão de acordo com as características morfológicas de cada genótipo. Os resultados obtidos com relação aos componentes do rendimento, como número de panículas, espiguetas por panículas e esterilidade de espiguetas, indicam que o uso de fungicida não apresentou acréscimo direto nestes, visto que sua formação ocorreu antes da aplicação do fungicida.

No entanto, para a massa de mil grãos (Tabela 5), houve interação entre os genótipos de arroz e os momentos de aplicação de fungicida. De modo geral, a realização de uma aplicação

em estádio R3 ou duas aplicações de fungicida (em estádio R2 + R4) apresentaram os maiores valores de massa de mil grãos entre as cultivares. Para o híbrido INOV, não houve diferença quanto ao uso de fungicida. Este acréscimo em função do uso de fungicida nas cultivares está relacionado à maior suscetibilidade desses ao ataque de doenças, comparado ao híbrido, o que foi constatado na avaliação de severidade de doenças foliares. Isso resulta na diminuição da área fotossintética das folhas, causando prejuízos no enchimento dos grãos e, consequentemente, na resposta em termos de massa física, mesmo que os valores de massa de mil grãos sejam pouco diferentes.

O genótipo BR-IRGA 409 apresentou a menor massa de mil grãos (24,8 g), a qual está de acordo com suas características, mas associando o menor número de panículas m^{-2} juntamente com o menor número de espiguetas por panículas, pode-se explicar, em parte, a menor produtividade de grãos entre os genótipos, em razão de apresentar uma redução considerável nos componentes do rendimento mais importantes para o arroz.

Tabela 5- Massa de mil grãos em resposta à aplicação de fungicida, com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Fungicida ¹	Massa de mil grãos (g)				
	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423	INOV
Testemunha	D 23,6 b ²	B 26,6 b	A 27,9 b	C 25,4 b	A 27,9 ^{ns3}
R2	D 24,9 a	B 26,6 b	A 28,9 ab	C 25,7 b	A 28,2
R3	B 24,9 a	A 27,3 a	A 28,7 ab	A 27,8 a	A 28,2
R2+R4	B 25,1 a	A 27,5 a	A 29,0 a	A 27,4 a	A 28,4
Média	24,8	27,4	27,5	26,9	28,2
CV ₁ (%) ⁴			1,1		
CV ₂ (%) ⁵			1,2		

¹Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al. (2000). ²Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ³Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ⁴Coeficiente de variação da parcela principal. ⁵Coeficiente de variação da sub-parcela.

O teste de germinação de sementes (Tabela 6) apontou diferenças entre os genótipos. Variando de 90 a 96% o poder de germinação, o maior índice observado foi a da cultivar IRGA 423. A cultivar BR-IRGA 409 apresentou a menor germinação, o que pode ser associado à severidade de doenças foliares observada no estádio R6, em que a cultivar BR-IRGA 409 apresentou a maior severidade, comparada com os demais genótipos, destacando-se que neste estádio inicia o processo de enchimento de grãos. Isso está de acordo com Bethenod et al. (2005), os quais destacarem que a elevação da severidade de doenças foliares

durante a fase reprodutiva e de maturação reduz a capacidade de produção de fotoassimilados, e assim prejudica a formação de sementes.

O uso de fungicida não apresentou influência direta na germinação das sementes, porém o seu efeito pode estar associado indiretamente à redução da severidade e incidência de doenças fúngicas abordadas anteriormente. Dimmock & Gooding (2002), estudando o efeito de fungicidas na taxa e na duração do enchimento de grãos em trigo, demonstraram que o controle de doenças refletiu-se em maior duração da área verde da folha bandeira, ampliando o período de enchimento de grãos.

Para o teste de primeira contagem de germinação, houve interação entre o momento de aplicação de fungicida e os genótipos de arroz irrigado. Verificou-se que a cultivar BR-IRGA 409 apresentou vigor médio das sementes (77%), independentemente do momento de aplicação de fungicida, comparado com o das demais cultivares. As cultivares IRGA 417, IRGA 422CL e IRGA 423 apresentaram vigor alto (81-90%), sendo que a cultivar IRGA 423 apresentou um vigor 14% maior do que o apresentado pela cultivar BR-IRGA 409. Associa-se esse menor vigor às considerações abordadas para a germinação da sementes. O uso de fungicida mostrou-se eficiente para as cultivares BR-IRGA 409, IRGA 417 e IRGA 422CL, independentemente do momento de aplicação. As avaliações fisiológicas não foram realizadas para o híbrido INOV.

Para o percentual de grãos inteiros, um dos mais relevantes fatores de qualidade do arroz para consumo, houve interação entre os genótipos e a aplicação de fungicida (Tabela 6). A cultivar BR-IRGA 409 apresentou os maiores percentuais de grãos inteiros entre os genótipos, independentemente do momento de aplicação. Apresentou respostas significativas à aplicação de fungicida, principalmente quando realizada em estádio R3 e em estádio R2 + R4, resultando em um percentual de 65% de grão inteiro, independentemente do momento de aplicação. Para a cultivar IRGA 423, o emprego de duas aplicações resultou no maior percentual de grãos inteiros, provavelmente devido ao alto índice de severidade de doenças foliares apresentados na fase final do desenvolvimento da cultura. Com relação aos genótipos IRGA 417, IRGA 422CL e INOV, não houve influência do fungicida sobre o percentual de grão inteiro. Godoy (1963), Kunze & Choudhury (1972) e Marchezan et al. (1993) relatam que ocorrem diferenças entre genótipos em relação ao percentual de grãos inteiros, sendo estas características relacionadas à composição química, velocidade de absorção de água, dureza, comprimento, largura, espessura, centro branco do grão e outras, que podem ser referenciadas como influentes para obtenção de grãos inteiros.

A aplicação de fungicida apresentou aumento no percentual de grãos inteiros, como é observado para as cultivares BR-IRGA 409 e IRGA 423. Tal tendência contrapõe o que já foi verificado por Sofiatti et al. (2006), Marzari et al. (2007) e Camargo et al. (2008), os quais relatam que, independentemente do uso de fungicida, não observaram influência para o percentual de grãos inteiros. Esses trabalhos apresentaram severidade de doenças em valores baixos.

Outra importante característica comercial do arroz refere-se à aparência dos grãos: o percentual de gessamento. Nas condições do experimento, foram obtidos baixos índices, com valor médio em torno de 0,2% de grãos gessados, considerando grão gessado aquele que apresentava todo grão opaco (gessado), com o maior índice para o genótipo INOV. O baixo percentual de grão inteiro para esse genótipo pode estar, em parte, associado ao seu índice de gessamento; pois, segundo Webb (2000), quanto maior o índice de gessamento dos grãos, maior a facilidade de se quebrarem durante o beneficiamento do arroz, já que apresentam regiões de menor resistência.

O uso de fungicida não influenciou no percentual de grãos gessados. Este é influenciado principalmente pelo grau de umidade dos grãos no momento da colheita e pela má formação destes (LAGO et al., 1997). Em condições de cultivo, o declínio da capacidade fotossintética pode ocorrer precocemente, durante o enchimento de grãos, tendo em vista que a senescência das folhas não é regulada somente por fatores endógenos, mas também por fatores ambientais, como estresses abióticos (CHANDLEE, 2001; POMMEL et al., 2006). Dessa forma, caracteriza-se a importância de proteger a parte aérea das plantas de arroz, devido aos prejuízos diretamente ligados à diminuição da produção de fotoassimilados, que, consequentemente, pode interferir na rota de transporte de carboidratos para o endosperma, prejudicando o enchimento de grãos.

Tabela 6- Germinação de sementes, percentual de grãos gessados, primeira contagem de germinação de sementes e percentual de grãos inteiros em resposta à aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Genótipos	Germinação de semente (%)		Grão gessado (%)		
BR-IRGA 409	90	^c ¹	0,1	b	
IRGA 417	93	ab	0,1	b	
IRGA 422CL	92	b	0,2	b	
IRGA 423	95	a	0,1	b	
INOV	---	²	0,5	a	
Fungicida³					
Testemunha	93	^{ns} ⁴	0,2	^{ns}	
R2	93		0,2		
R3	92		0,2		
R2+R4	94		0,2		
Média	93		0,2		
CV ₁ (%) ⁵	1,6		7,4		
CV ₂ (%) ⁶	1,4		8,6		
Primeira contagem de germinação de sementes (%)					
Fungicida	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423	
Testemunha	C 74 b	BC 79 b	B 83 b	A 90 ^{ns}	
R2	B 79 a	B 80 b	AB 86 a	A 90	
R3	B 77 a	A 83 ab	A 89 a	A 89	
R2+R4	B 79 a	A 88 a	A 87 a	A 91	
Média	77	82	85	89	
CV ₁ (%)		4,4			
CV ₂ (%)		5,4			
Grãos inteiros (%)					
Fungicida	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423	INOV
Testemunha	A 63 b	B 62 ^{ns}	C 60 ^{ns}	A 63 c	D 58 ^{ns}
R2	A 64 ab	A 63	B 61	A 64 b	C 58
R3	A 65 a	B 63	C 61	AB 64 b	D 59
R2+R4	A 65 a	B 63	B 61	A 65 a	C 59
Média	64	63	61	63	59
CV ₁ (%)		1,1			
CV ₂ (%)		1,3			

¹Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²As avaliações fisiológicas não foram realizadas para o híbrido INOV. ³Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al.(2000). ⁴Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ⁵Coeficiente de variação da parcela principal. ⁶Coeficiente de variação da sub-parcela.

Conclusão

- Em semeadura tardia, as maiores produtividades de grãos são observadas com uso de fungicida na parte aérea das plantas.
- O uso de fungicida mantém o vigor das sementes para as cultivares BR-IRGA 409, IRGA 417 e IRGA 422CL.
- A severidade de doenças é reduzida com o uso de duas aplicações de fungicida (em estádio R2 + R4), especialmente em estádios mais avançados de desenvolvimento da planta.
- O genótipo IRGA 423 apresenta a maior qualidade fisiológica das sementes e a melhor resposta ao uso de fungicida no controle de doenças foliares no final do ciclo.

Referências Bibliográficas

- ARGENTA, G. et al. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 27-34, 2003.
- BETHENOD, O. et al. Modelling the impact of brown rust on wheat crop photosynthesis after flowering. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 131, n. 2, p. 41-53, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília; SNDA/DNDV.CLAV, 1992. 356p.
- CAMARGO, E.R. et al. Influência da aplicação de nitrogênio e fungicida no estádio de embrorrachamento sobre o desempenho agronômico do arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 153-159, 2008.
- CAUSSE, M. et al. Sucrose phosphate synthase: an enzyme with heterotic activity correlated with maize growth. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 995-1011, 1995.
- CELMER, A.F. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 901-904, 2007.
- CHANDLEE, J.M. Current molecular understanding of the genetically programmed process of leaf senescence. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 113, n. 1, p. 1-8, 2001.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, n. 40, p. 436-443, 2000.

DALLAGNOL, L.J. et al. Danos das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 131-318. 2006.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING, M.J. The effects of fungicide on rate and duration of rain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 138, p. 1-16, 2002.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**, 2.ed. New York, M. Dekker, 1997. 624p.

FREITAS, T.F.S. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 2397-2405, 2008.

GELANG, J. et al. Rate and duration of grain filling in relation to flag leaf senescence and grain yield in spring wheat (*Triticum aestivum*) exposed to different concentrations of ozone. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 110, p. 366-375, 2000.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 124-129, 2004.

GODOY, O. P. Rendimento de grãos inteiros no beneficiamento do arroz. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 38, n. 1, p. 39-46, 1963.

HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

ISHIZUKA, Y.; TANAKA, A. **Studies on the nutriophysiology of the rice plant**. Tokyo: Yokendo, 1963. 307p.

JIAO, D.; LI, X. Characteristics of chlorophyll fluorescence and membrane-lipid peroxidation during senescence of flag leaf in different cultivars of rice. **Photosynthetica**, Prague, v. 41, n. 3, p. 33-41, 2003.

LAGO, A.A. et al. Época de colheita e qualidade das sementes das cultivares de arroz irrigado 'IAC-238' e 'IAC-242'. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 320-325, 1997.

LAGO, I. et al. Estimativa da temperatura base do subperíodo emergência-diferenciação da panícula em arroz cultivado e arroz vermelho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 288-295, 2009.

MARCHEZAN, E.; GODOY, O.P.; FILHO, J.M. Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 843-848, 1993.

MARCHEZAN, E. et al. Controle da qualidade das sementes de arroz irrigado utilizadas em Santa Maria/RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 375-379, 2001.

MARZARI, V. et al. População de plantas, doses de nitrogênio e a aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. I. Características agronômicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 330-336, 2007.

MENEZES, V.G.; MACEDO, V.R.M.; ANGHINONI, I. **Projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS**. Cachoeirinha: IRGA, 2004. 32p.

MEIRA, F.A. et al. Resposta de dois cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2005.

MIURA, L. et al. Épocas de aplicação e rendimento de grãos inteiros determinam a eficiência de fungicidas no controle da brusone. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2005, Santa Maria - RS, **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2005. p.517-519.

OTTONI, G. et al. Eficiência de fungicidas no controle de mancha parda (*Bipolaris oryzae*) em arroz (*Oryza sativa*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 30, n. 2, p. 59-62, 2000.

POMMEL, B. et al. Carbon and nitrogen allocation and grain filling in the maize hybrids differing in leaf senescence. **Journal of Agronomy**, Cairo, v. 24, p. 203-211, 2006.

KUNZE, O.R.; CHOUDHURY, M.S.U. Moisture adsorption related to the tensile strength of rice. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 49, p. 684-697, 1972.

SANTOS, G.R. et al. Fungicidas para o controle das principais doenças do arroz irrigado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 11-18. 2009.

SILVA, G.B. et al. Manejo integrado da brusone em arroz no plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 481-487, 2003.

SILVA, J.C. et al. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007

SIVASANKAR, S.; OAKS, A. Nitrate assimilation in higher plants the effect of metabolites and light. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 34, n. 5, p. 609-620, 1996.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 161p. 2007. Pelotas, RS: SOSBAI, 161p. 2007.

SOFIATTI, V.; SCHUCH, L.O.B. Efeitos de regulador de crescimento e controle químico de doenças na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 102-110, 2005.

SOFIATTI. V. et al. Efeitos de regulador de crescimento, controle de doenças e densidade de semeadura na qualidade industrial de grãos de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 418-423, 2006.

WEBB, B.D. Rice quality and grades. In: LUH, B.S. (Ed.) **Rice: production and utilization**, Davis, p.543- 565, 2000.

YOSHIDA, S.; PARAO, F.T. Climatic influence on yield and yield components of lawland rice in the tropics. **Climate & Rice**, Los Baños: IRRI, 1976. p.471-494.

- CAPÍTULO II -

APLICAÇÃO DE FUNGICIDA EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO SEMEADAS APÓS A ÉPOCA PREFERENCIAL E SEU EFEITO NA QUALIDADE DE GRÃOS E SEMENTES, COLHIDOS COM DIFERENTES GRAUS DE UMIDADE

**Fungicide application on irrigated rice cultivars sowed after recommended period and
the effects on grain and seed quality when harvested with different moisture content**

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do fungicida aplicado na parte aérea das plantas semeadas após a época preferencial, em grãos e sementes de cultivares de arroz irrigado colhidos com diferentes graus de umidade. O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2008/09, semeado dia 08 de dezembro, após a época preferencial para cultura, em área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial, com cultivo em faixas (4 x 4 x 6) e quatro repetições. O fator principal, em faixas, foi composto por quatro cultivares de arroz irrigado: BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 422CL e IRGA 423. Na sub-parcela, a aplicação de fungicida, com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, foi na parte aérea das plantas em diferentes estádios de desenvolvimento (T1-testemunha sem aplicação de fungicida, T2-aplicação em estádio R2, T3-aplicação em estádio R3 e T4-aplicação em estádio R2 + R4). A colheita do arroz foi realizada na sub-parcela dentro de cada faixa e dentro de cada sub-parcela, quando as cariopses se encontravam com o grau de umidade médio de 24, 22, 20, 18, 16 e 14% de umidade. Com umidade de grãos inferior a 20%, constata-se a redução no percentual de grãos inteiros para todos os tratamentos, mas com menor redução quando realizadas duas aplicações de fungicidas. A qualidade fisiológica das sementes apresenta resposta positiva ao uso de fungicida, principalmente com o decréscimo do grau da umidade de colheita do arroz.

Palavras-chave: atraso na colheita, grãos inteiros, *Oryza sativa*, poder de germinação.

Abstract

The present work had the goal to verify the effect of fungicide application on grain and seeds of irrigated rice cultivars sowed after the recommended period and harvested with different moisture content. The experiment was conducted during the 2008/09 season. Field was sowed in December 8th, after the recommended period for the culture, in a lowland area of the Department of Crop Sciences of the Federal University of Santa Maria (UFSM). The experimental design was a strip plot with a factorial scheme (4 x 4 x 6) and four replications. Main factor was composed by four irrigated rice cultivars: BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 422CL e IRGA 423. In the sub-plot the fungicide was applied with the formulated mixture of propiconazole + trifloxystrobin in the plants canopy at different development stages (T1-untreated check, T2- application in R2 stage, T3- application in R3 stage and T4- application in R2+R4 stages). The different harvest times of the caryopsis were conducted in the sub-subplot in each strip and in each sub-plot, when they had 24, 22, 20, 18, 16 and 14 moisture content. Reduction of whole grain was observed in all treatments when grain moisture was under 20%, but reduction was smaller when fungicide was applied twice. The grain physiologic quality presents positive results to the use of fungicides, mainly when moisture content was low during rice harvest.

Keywords: late sowing, seed germination, *Oryza sativa*, whole grain.

Introdução

A eficiência das práticas de manejo na lavoura de arroz irrigado para obtenção de elevada produtividade e qualidade do produto colhido, em muitos casos, não depende apenas das práticas em si, mas de uma combinação de fatores que possibilite aplicá-las no momento e na quantidade necessária.

A época de semeadura é um dos fatores de maior impacto para a obtenção de elevada produtividade, porém necessita de investimentos na logística da lavoura e de condições climáticas favoráveis à semeadura, entre outras. Quando a semeadura é realizada após a época preferencial, podem ocorrer condições adversas, principalmente em função da menor taxa de radiação solar, a qual é extremamente importante à cultura, e provável ocorrência de baixas temperaturas do ar durante a fase reprodutiva.

De forma semelhante à semeadura, a colheita é uma etapa importante, principalmente para a qualidade do arroz, sujeita às mesmas condições climáticas. A colheita realizada fora dos limites de umidade adequada pode influenciar em aspectos da produção de grãos e na qualidade do produto, afetando a rentabilidade da atividade.

Quando é feita com grau elevado de umidade, proporciona ocorrência de defeitos, tais como grãos verdes, gessados e mal formados (RIBEIRO et al., 2004). Autores como Binotti et al. (2007) destacam que arroz colhido com grau de umidade elevado requer secagem imediata para evitar fermentação, resultando na elevação de gastos com mão-de-obra e energia na secagem.

Por sua vez, a colheita realizada com baixo grau de umidade provoca aumento de degrane natural, acamamento de plantas e ataque de insetos, além da diminuição do percentual de grãos inteiros no beneficiamento, afetando também a germinação e o vigor das sementes (SMIDERLE et al., 2008). Segundo Kunze & Prasad (1978), as fissuras não são causadas somente pela ação do calor, mas também pelo aumento da umidade nos grãos, provocada pela variação brusca de umidade relativa do ar, por exemplo, com chuva e garoas. O atraso da colheita proporciona o umedecimento e secamento alternado, no campo, das sementes, provocando uma redução na qualidade, devido à rápida e diferenciada absorção de água pelos diferentes tecidos e a subsequente deterioração destes (PESKE et al., 2006). As fissuras que ocorrem através de toda a secção do grão diminuem o vigor das plântulas pela redução da disponibilidade de endosperma e, consequentemente, de nutrientes durante a fase de germinação e emergência (STEFFE et al., 1980).

Segundo Ribeiro et al. (2004), há resposta diferenciada das cultivares de arroz com relação à quebra de grãos durante o beneficiamento, com o atraso da colheita. Com relação às sementes, a maior germinação e vigor ocorrem quanto atingem a maturidade fisiológica, decrescendo com o passar dos dias. No entanto, o grau de umidade de colheita do arroz é importante para não ter decréscimo na qualidade das sementes por processamento mal feito, como danos mecânicos e na secagem (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Com relação ao uso de fungicidas, esta é uma tecnologia importante; pois, na condição de clima subtropical, as doenças da parte aérea são economicamente relevantes, embora estejam relacionadas com o clima e o manejo da lavoura, manifestando-se mais intensamente a partir da floração. Além da produtividade, é necessário avaliar o efeito do fungicida na qualidade de grãos e sementes. De acordo com Celmer et al. (2007), o controle químico de doenças do arroz proporciona redução significativa na severidade das doenças foliares, com reflexo positivo no rendimento de grãos. A hipótese é de que o uso de fungicida mantém a

qualidade de grãos e sementes, especialmente quando colhidos com grau de umidade abaixo do recomendado, devido à manutenção de área foliar fotossinteticamente ativa por mais tempo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do fungicida aplicado na parte aérea das plantas semeadas após a época preferencial, em grãos e sementes de cultivares de arroz irrigado colhidos com diferentes graus de umidade, pelo atraso da colheita.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2008/09, na área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29°43'S, longitude: 53°48'W e altitude: 95m), em um Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial, com cultivo em faixas (4 x 4 x 6) e quatro repetições. O fator A, em faixas, foi composto por quatro cultivares de arroz irrigado: BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 422CL e IRGA 423. O fator C, pela aplicação de fungicida na sub-parcela dentro de cada faixa, na parte aérea das plantas em diferentes estádios de desenvolvimento (T1-testemunha sem aplicação de fungicida, T2-aplicação em estádio R2, T3-aplicação em estádio R3 e T4-aplicação em estádio R2 + R4, segundo a escala de COUNCE et al., 2000). O fator D foi constituído na sub-subparcela dentro de cada faixa e dentro de cada sub-parcela, pela colheita do arroz com diferentes graus de umidade médio das cariopsis (24, 22, 20, 18, 16 e 14% de umidade).

A semeadura do experimento ocorreu no dia 08 de dezembro de 2008, na densidade de 100 kg ha⁻¹ de semente para todas as cultivares, as quais foram previamente tratadas com o inseticida fipronil (250 g i.a. ha⁻¹) e com o fungicida thiram + carboxin (200 g i.a. ha⁻¹ + 200 g i.a. ha⁻¹). Cada parcela foi constituída por 9 linhas espaçadas em 0,17 m e com 7 m de comprimento, sendo colhida uma área útil de 0,95 m² para cada nível de umidade. A adubação de base foi procedida com a distribuição na linha de semeadura de 17,5 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 105 kg ha⁻¹ de K₂O. A emergência das plântulas ocorreu sete dias após a implantação do experimento.

A utilização do nitrogênio (N) em cobertura ocorreu um dia antes da irrigação definitiva, na quantidade de 70 kg ha⁻¹ de N, e 45 kg ha⁻¹ de N na iniciação da panícula (R0). A irrigação definitivos iniciaram aos 13 dias após a emergência (DAE) das plantas. Os demais tratos

culturais foram conduzidos conforme as recomendações técnicas para a cultura (SOSBAI, 2007).

As aplicações de fungicida na parte aérea das plantas foram realizadas através da pulverização da mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na dose de 93,75 g i.a. ha⁻¹ + 93,75 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, para os tratamentos com uma aplicação de fungicida (tratamentos T2 e T3), e na dosagem de 75,0 g i.a. ha⁻¹ + 75,0 g i.a. ha⁻¹ da mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, quando realizadas duas aplicações de fungicida (tratamento T4), com adição de 500 mL ha⁻¹ de óleo mineral (composto de éster metilado de óleo de soja), conforme as recomendações do produto. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido a CO₂ (pressão de 40 lbs pol⁻²), utilizando-se uma barra com quatro pontas de pulverização cone vazio (Jacto JA-2) espaçadas 0,50 m, com volume de calda ajustado para 232 L ha⁻¹.

O monitoramento do grau de umidade médio do arroz foi realizado sempre no mesmo horário, durante o período de colheita das cultivares, sendo este momento apresentado na Figura 1. A colheita e a trilha do arroz foram realizadas manualmente, seguidas por pré-limpeza e secagem forçada com monitoramento da temperatura de 38^{±2}°C até atingir umidade de 13%. Posteriormente, o material experimental foi armazenado em local seco por quatro meses para início das avaliações.

O percentual de grãos inteiros foi obtido das amostras que foram armazenadas previamente por quatro meses, constituindo-se de quatro sub-amostras de 100g para cada tratamento, e realizado o beneficiamento em equipamento denominado de testadora de arroz, da marca Suzuki. Para a aferição da máquina, utilizou-se uma amostra de arroz obtida no órgão oficial de classificação de grãos no Estado do Rio Grande do Sul (ASCAR/EMATER), sendo o procedimento adotado previamente avaliado, executado com o tempo de 10 segundos para o descascamento da amostra e de 60 segundos para o brunimento. A separação dos grãos inteiros e quebrados foi realizada com o “trieur”, que acompanha a testadora. A cada 16 amostras efetua-se a verificação da testadora. O percentual de grãos inteiros após o polimento foi obtido de forma direta, pela pesagem dos grãos. A renda do beneficiamento, que significa o percentual entre grãos com casca e grãos descascados e polidos, também foi obtida de maneira direta, através da soma do percentual de grãos inteiros e de grãos quebrados.

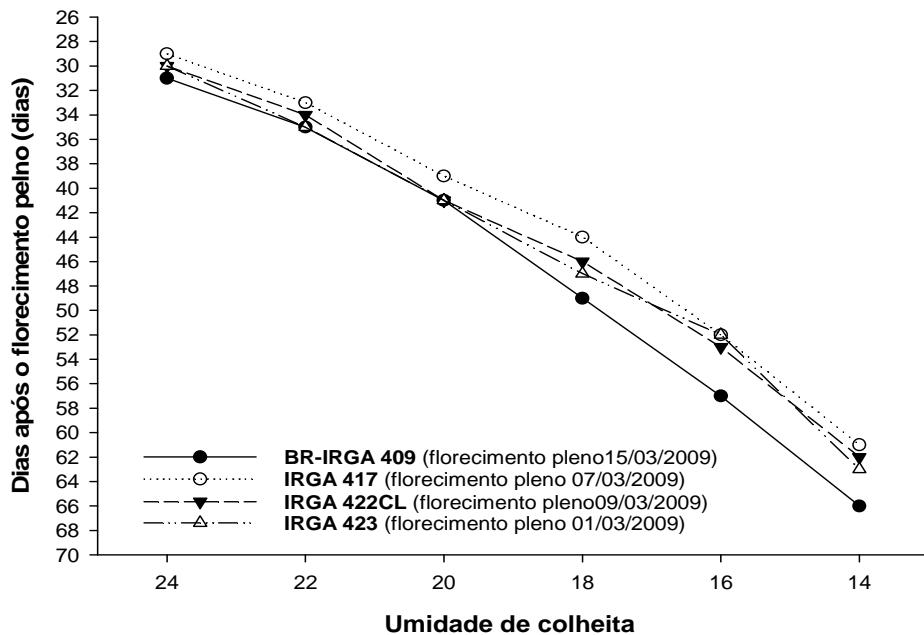


Figura 1- Colheita realizada representada em dias após o florescimento pleno das cultivares de arroz irrigado, em diferentes graus de umidade de colheita. Santa Maria-RS, 2009.

O teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel filtro umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, mantidas em germinador regulado a 25°C. As avaliações foram realizadas aos 14 dias, após o início do teste, conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992). A primeira contagem de germinação foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as plântulas com tamanho igual/superior a dois centímetros de parte aérea mais dois centímetros de raiz (totalizando comprimento total de quatro centímetros), após sete dias da instalação do teste de germinação, com os resultados expressos em percentual.

O comprimento das plântulas foi verificado pela mensuração de dez plântulas e de suas partes (parte aérea e raiz), oriundas de 10 sementes semeadas em papel filtro umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel, em quatro repetições e levadas ao germinador à temperatura de 25°C. As sementes foram semeadas no terço superior do papel no sentido longitudinal, e as avaliações, realizadas aos sete dias após semeadura, com auxílio de uma régua graduada em milímetros. O comprimento médio das plântulas foi obtido pela soma das medidas de cada repetição, dividindo-se pelo número das plântulas mensuradas, com resultados expressos em centímetros (cm). Para avaliar a massa de mil sementes, foi

realizada a contagem e pesagem de quatro amostras de 100 sementes, obtendo-se um valor transformado para a massa de mil sementes.

A condutividade elétrica das sementes foi analisada pelo método massal, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes intactas, selecionadas visualmente. Essas foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001g) e imersas em 75 mL de água destilada e deionizada, em copos plásticos mantidos a 25°C, por 24 horas, em germinador, mantendo as amostras no escuro. Após a embebição das sementes, fez-se a leitura da solução com o condutivímetro, marca Digimed CD-21, e os resultados constatados a partir do valor da condutividade elétrica dividido pela massa das sementes e expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Para a avaliação da lixiviação de potássio, utilizou-se o método massal, com quatro repetições de 50 sementes puras intactas, selecionadas visualmente. As sementes foram colocadas em copos plásticos de 100 mL, onde foram adicionados 75 mL de água destilada e deionizada, mantendo a temperatura de 25°C no germinador no escuro, com o tempo de embebição em estudo de 24 horas. Transcorrido o tempo de embebição das sementes, a determinação da lixiviação de potássio foi realizada pelo emprego do método de fotometria de chama, utilizando Fotômetro de chama DM-61, marca Digimed. Os resultados foram expressos em ppm de potássio por grama de semente.

A análise da qualidade sanitária das sementes foi realizada apenas para as sementes colhidas com o grau de umidade médio de 22 e 14%, sendo aquele valor o preconizado pela pesquisa e este o da condição de colheita mais adversa, respectivamente, em função do grande volume de amostras. As sementes foram avaliadas pelo método do papel de filtro ou “Blotter test”. Utilizaram-se caixas gerbox, desinfetadas superficialmente com álcool 70%, para eliminação de contaminantes saprófitas. Utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes, totalizando 100 sementes por amostra. As sementes foram incubadas em ambiente controlado (25°C), por 24 horas, após este período foram acondicionadas por mais 24 horas em temperatura controlada à -5°C. Transcorrido este tempo, as sementes foram novamente incubadas em ambiente controlado de 25°C, por sete dias, com alternância de 12 horas de escuro e 12 horas de luz. Para a identificação e quantificação dos fungos, as sementes foram avaliadas individualmente em lupa, com o que se observou a coloração e a esporulação do fungo.

Os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variâncias). O percentual de grãos inteiros, renda do beneficiamento de grãos, germinação de semente e primeira contagem de

germinação de sementes foram transformados para $yt = \sqrt{(y + 0,5)}$. Para o comprimento de plântulas (total, aéreo e raiz) e para a condutividade elétrica das sementes os valores foram transformados para $yt = \text{arcosen}\sqrt{(y+0,5)/100}$, e para incidência de fungos patogênicos, os resultados foram transformados para $yt = \log (x)$. Os dados apresentados são valores não transformados. A análise da variância dos dados do experimento foi realizada através do teste F, e as médias dos fatores quantitativos, quando significativas, submetidas à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático. Para os resultados expressos graficamente, determinou-se o intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Para o percentual de grãos inteiros (Figura 2), ocorreu interação tripla entre os fatores em estudo (cultivares x aplicação de fungicida x umidade de colheita), ajustando-se a um comportamento quadrático polinomial. O percentual mais elevado de grãos inteiros ocorreu quando estes foram colhidos com grau de umidade médio entre 22 e 20%, e observada uma pequena redução no percentual, com umidade de 24% para algumas cultivares.

O atraso na colheita apresentou redução no percentual de grãos inteiros para todas as cultivares, porém com respostas distintas entre elas. A cultivar BR-IRGA 409 apresentou os maiores percentuais de grãos inteiros, por outro lado, a cultivar IRGA 422CL apresentou a maior redução do percentual de grãos inteiros, quando a colheita foi realizada com grau de umidade médio inferior a 20%, demonstrando a necessidade de uma logística operacional para realizar a colheita com grau entre 24 a 20%. Resultados semelhantes foram encontrados por Marchezan et al. (1993), os quais observaram que colheitas realizadas com o grau de umidade de 23 a 18% proporcionaram maior percentual de grãos inteiros em cultivo irrigado. Binotti et al. (2007) apontam que os grãos, quando apresentam baixa amplitude no seu teor de água, campo, em função do umedecimento e secamento alternado, em decorrência das condições climáticas (umidade relativa do ar, temperatura do ar e precipitação pluviométrica) proporcionam maior percentual de grãos inteiros. Essa situação pode ser relacionada ao observado para as colheitas realizadas com umidade média inferior a 20%, por permaneceram mais tempo em campo, sujeitos assim a interferências do clima.

Com relação ao uso de fungicida, a realização de uma ou duas aplicações apresentou maior percentual de grãos inteiros, quando comparado à testemunha (sem aplicação) para as colheitas realizadas com o grau de umidade inferior a 20%. De modo geral, duas aplicações

(em estádio R2 + R4) resultaram num acréscimo em média de 15% de grãos inteiros quando comparados com a testemunha, em colheita realizada com 14% de umidade dos grãos. Além disso, os grãos colhidos com grau de umidade abaixo de 18%, com duas aplicações de fungicida, mantiveram mais elevado percentual de grãos inteiros, o que não se observou quanto ao uso de uma aplicação de fungicida. Isto pode estar relacionado diretamente com a manutenção da área foliar por mais tempo, mantendo ativamente a respiração dos grãos com a planta e reduzindo o período que os grãos ficam mais vulneráveis a interagir com as condições climáticas, principalmente em razão da absorção de água e secamento alternado, e pelo maior tempo de permanência na lavoura. Essa rápida e diferenciada absorção de água pelas cariopsis subsequentemente deteriora a integridade física e fisiológica delas (NEDEL, 2003). Esse processo pode ser minimizado pela manutenção das atividades fotossinteticamente ativas pelas plantas.

Fonseca et al. (2004), estudando o percentual de grãos inteiros para cultivares de arroz de sequeiro, em razão do atraso da colheita, destacam que a principal causa de quebra está relacionada à absorção de água. Mais especificamente, quando a umidade dos grãos está em torno de 16%, ocorrendo chuva, os grãos reidratam bruscamente, o que causa o trincamento e posterior quebra no beneficiamento. Segundo esses autores, as cultivares diferenciam-se muito quanto à capacidade de suportar essa reumidificação. Portanto, o ponto ideal de colheita difere entre elas.

Os resultados apresentados permitem enfatizar que problemas de logística na lavoura arrozeira, onde resulta na colheita dos grãos com grau de umidade médio abaixo de 18%, e a realização de duas aplicações de fungicida se faz importante, em virtude da melhor manutenção no percentual de grão inteiro observado.

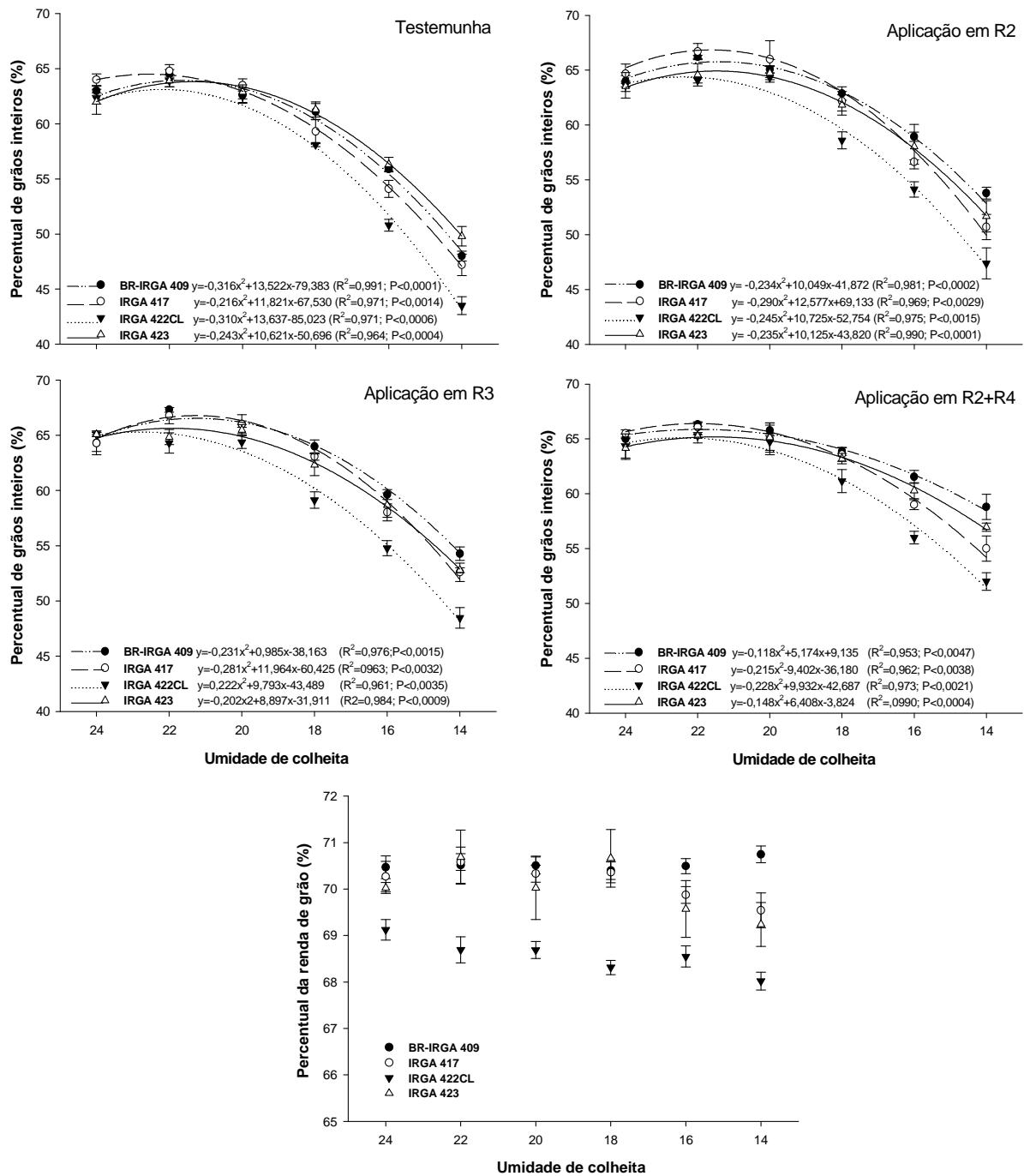


Figura 2- Percentual de grãos inteiros e renda do beneficiamento de grãos de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.

Para a renda do beneficiamento dos grãos (Figura 2), não houve influência do grau de umidade de colheita, o qual não se ajustou a nenhuma equação testada. O enchimento dos grãos é um processo que inicia quando o arroz se encontra em estádio R5 e dura até o estádio

R9, em que todos os grãos apresentam casca amarela (COUNCE et al., 2000). Assim faz-se a correlação de que a renda do beneficiamento de grãos tende a não sofrer interferência com o grau de umidade de colheita do arroz, em razão de a formação do grão ocorrer anteriormente. Houve diferença entre as cultivares (Tabela 1). A cultivar IRGA 422CL apresentou a menor renda do beneficiamento, mas os valores observados estão de acordo com o preconizado. O uso de fungicida não influenciou neste fator.

Tabela 1- Renda do beneficiamento de grãos de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina. Santa Maria-RS, 2009.

Cultivar	Renda do beneficiamento (%)
BR-IRGA 409	70,2 a ¹
IRGA 417	70,4 a
IRGA 422CL	68,0 c
IRGA 423	69,1 b
Fungicida ²	
Testemunha	69 ns ³
R2	69
R3	70
R2+R4	69
Média	69,5
CV ₁ (%) ⁴ 1,0	CV ₂ (%) ⁵ 1,1
	CV ₃ (%) ⁶ 1,1

¹Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ²Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000; ³Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ⁴Coeficiente de variação da parcela principal. ⁵Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁶Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

Com relação à germinação de sementes (Figura 3), houve interação tripla entre os fatores em estudo (cultivares x aplicação de fungicida x umidade de colheita). O decréscimo do grau de umidade de colheita apresentou redução na germinação das sementes, independentemente da cultivar. Os maiores valores ocorreram quando a colheita foi realizada com grau de umidade médio entre 24 e 22%. A redução na germinação foi evidenciada na testemunha (sem aplicação de fungicida), principalmente para a cultivar BR-IRGA 409, que apresentou a maior diminuição na porcentagem de germinação. Esta resposta pode, em parte, estar associada à elevada severidade de doenças foliares observada, no estádio R6, em pleno enchimento de grãos (Capítulo I).

O uso de fungicida resultou em acréscimos para a germinação das sementes. A realização de duas aplicações (em estádio R2 +R4) proporcionou potencial de germinação semelhante ao das demais cultivares para a cultivar BR-IRGA 409, a qual apresentou um acréscimo de 21% na porcentagem de germinação, comparada ao uso de duas aplicações de

fungicidas com a testemunha, em colheita realizada com grau de umidade média de 14%. Mesmo com duas aplicações, observou-se redução da germinação das sementes, com a diminuição do grau de umidade de colheita, porém em menor percentual.

A redução observada a partir das colheitas realizadas com grau de umidade médio abaixo de 20% pode estar diretamente relacionada aos mesmos fatores que influenciaram a redução do percentual de grãos inteiros, como relatado, pois essa redução também foi observada nas colheitas realizadas com grau de umidade médio inferior a 20% para o percentual de grãos inteiros. Essa hipótese da relação entre a qualidade física dos grãos com a germinação é abordada por Steffe et al. (1980) e Smiderle et al. (2008). Os autores destacam que a baixa qualidade física reflete na redução da qualidade do endosperma e, consequentemente, na disponibilidade de nutrientes durante a fase de germinação e emergência das sementes, resultando no menor potencial de germinação. As colheitas realizadas com 14% de umidade resultaram numa porcentagem abaixo dos limites mínimos estabelecidos para produção de sementes, que é de 80% de germinação (BRASIL, 2005).

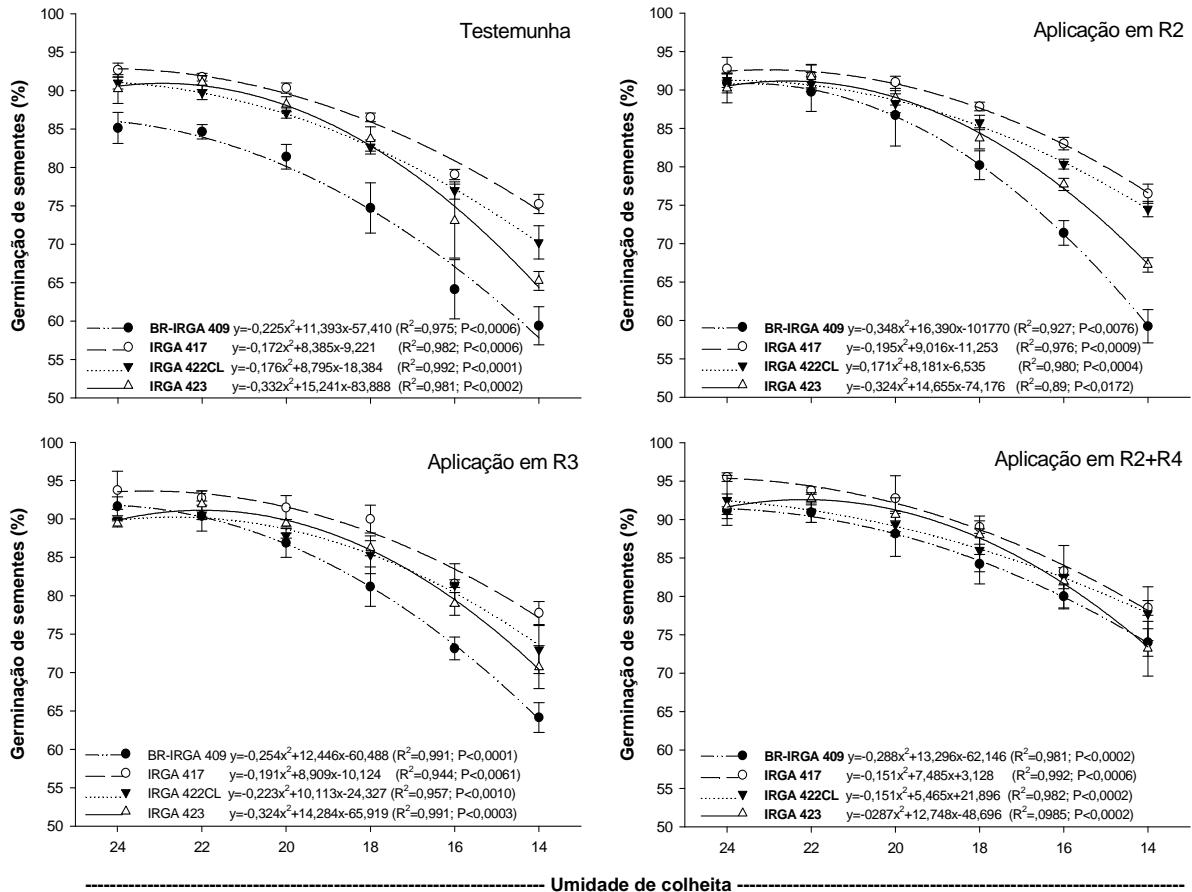


Figura 3- Germinação de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.

O teste de primeira contagem de germinação (Figura 4) apontou uma tendência semelhante àquela observada no teste de germinação de sementes, mostrando que o decréscimo da umidade das sementes no momento da colheita reflete diretamente na redução do vigor. Essa redução é maior quando não há aplicação de fungicida. Com relação ao uso, duas aplicações apresentam a menor redução do vigor das sementes, quando estas são colhidas com grau de umidade médio inferior a 22%. Com relação à redução do vigor de sementes, isso está diretamente associado ao processo de deterioração causado por vários fatores, como citam Höfs et al. (2004), dentre os quais a colheita tardia, chuvas, secagem e/ou armazenamento inadequado refletem diretamente no vigor das sementes.

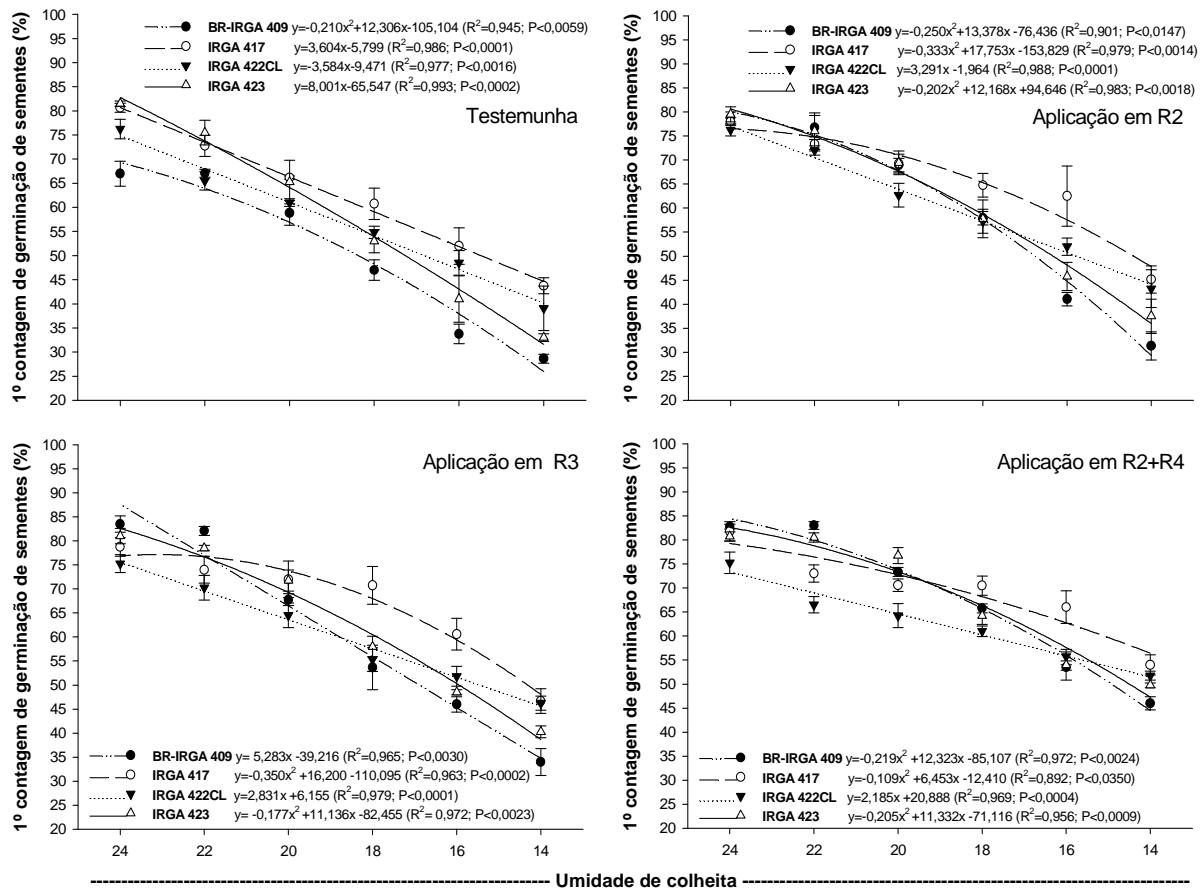


Figura 4- Primeira contagem de germinação de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.

Para avaliar o vigor das sementes, com base no crescimento total das plântulas (Figura 5), os resultados apresentaram interação entre as cultivares, em razão do grau de umidade de colheita do arroz. De forma geral, à medida que ocorreu a redução do grau de umidade médio das sementes, observou-se a redução do comprimento total de plântulas. O comportamento apresentado entre as cultivares foi semelhante, quando realizada a colheita com o grau de umidade médio de 24 a 20%. Nas colheitas realizadas com grau de umidade inferior a 20%, houve acentuada redução no comprimento de plântula para a cultivar BR-IRGA 409. Os resultados referentes ao comprimento da parte radicular e ao comprimento da parte aérea das plântulas apresentaram comportamento semelhante ao observado para o comprimento total de plântulas.

Para a massa de sementes não houve influência da umidade de colheita.

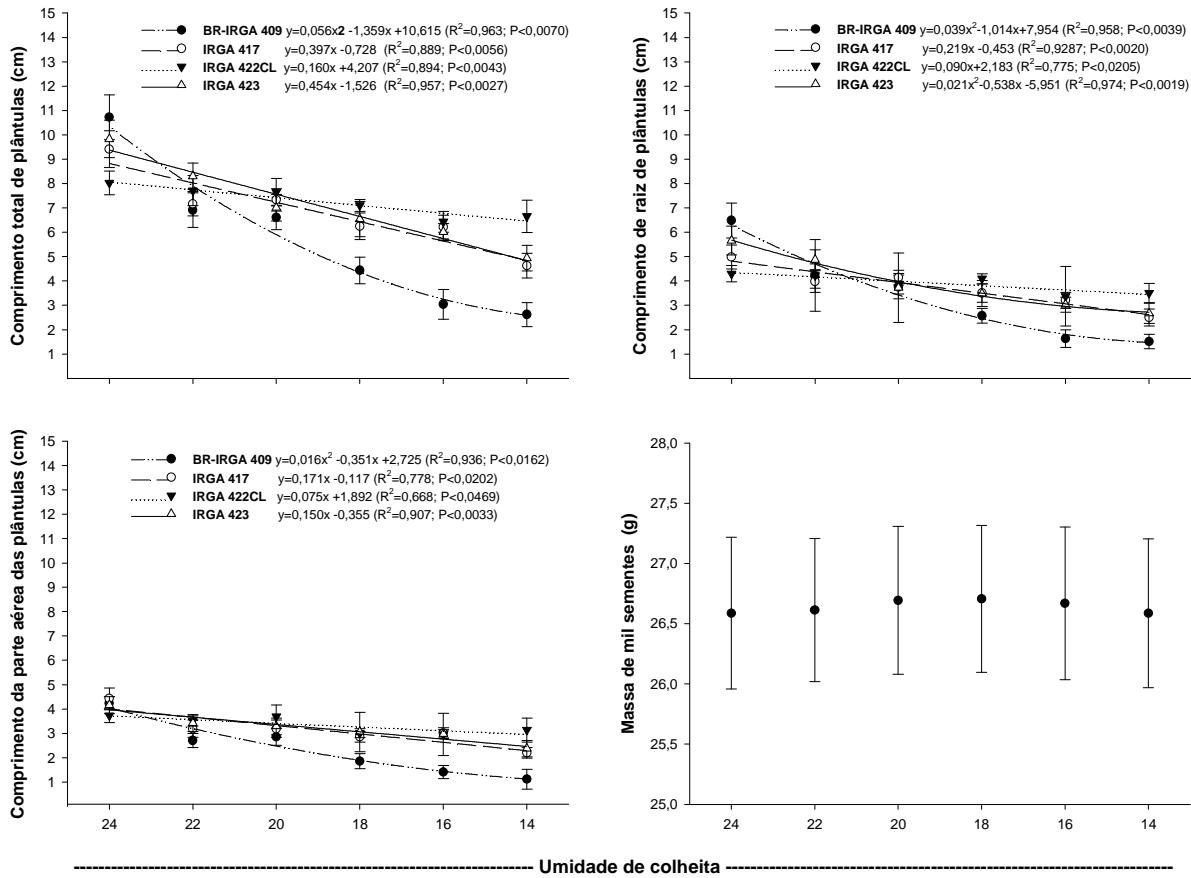


Figura 5- Comprimento total de plântulas, comprimento da parte radicular de plântulas, comprimento da parte aérea de plântulas e massa de mil sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.

No mesmo teste aplicado para avaliar o comprimento de plântula e demais partes (raiz e aérea), também houve interação entre as cultivares e o momento de aplicação de fungicida (Tabela 2). De maneira geral, a realização de duas aplicações (em estádio R2 + R4) apresentou a melhor resposta. A cultivar BR-IRGA 409 apresentou os menores comprimentos entre as cultivares, porém quando realizados duas aplicações essa diferença não foi observada para o comprimento total e da parte radicular das plântulas. O crescimento das plântulas é um parâmetro muito variável e fortemente influenciado por fatores genéticos (POPINIGIS, 1985). Esse fato, associado à menor massa de mil sementes observada para a cultivar BR-IRGA 409 pode, em partes, explicar a redução do comprimento de plântula e demais partes (raiz e aérea), tendo em vista que a menor massa de sementes pode consistir numa reserva limitada de nutrientes. Essa limitação é evidenciada nas colheitas realizadas com grau de umidade médio

inferior a 20%, em que a deterioração das mesmas já apresenta estado avançado como reportam os resultados observados de forma geral.

A aplicação de fungicida não influenciou na massa de mil sementes. No entanto, para as cultivares em estudo, a massa de mil sementes variou entre 29,1 a 24,4 g; a cultivar GA 422CL apresentou o maior valor, conforme as suas características físico-químicas (MARCHEZAN, 2005).

Os resultados apresentados para o comprimento de plântulas (total, raiz e aéreo) permitem caracterizar que o melhor momento de colheita é entre 24 e 22% de umidade, visto que a emergência de plântulas com tamanho reduzido e/ou desuniforme pode conduzir a atrasos no desenvolvimento da planta, resultando em problemas no manejo da lavoura, como o controle de plantas daninhas, desuniformidade, atraso na irrigação definitiva e nas características da planta relacionadas à eficiência da colheita. Portanto, o desempenho das sementes, logo após a semeadura, pode provocar efeito direto sobre a produção final, especialmente quando há redução significativa do percentual de emergência das plântulas no campo (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 2- Comprimento total de plântulas, comprimento da parte radicular de plântulas, comprimento da parte aérea de plântulas e massa de mil sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina. Santa Maria-RS, 2009.

Comprimento total (cm)				
Fungicida ¹	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
Testemunha	B 4,9 b ²	A 6,4 b	A 7,3 a	A 6,4 b
R2	B 5,3 b	A 6,7 ab	A 7,1 a	A 7,5 ab
R3	B 5,8 ab	AB 6,5 ab	A 7,2 a	AB 6,8 ab
R2+R4	A 6,9 a	A 7,7 a	A 7,5 a	A 7,7 a
Média	5,7	6,8	7,3	7,1
CV ₁ (%) ³	8,4	CV ₂ (%) ⁴ 8,4		CV ₃ (%) ⁵ 7,4
Comprimento de raiz (cm)				
Fungicida	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
Testemunha	B 2,8 b	AB 3,5 a	A 3,9 a	AB 3,4 a
R2	B 3,0 b	AB 3,6 a	A 4,0 a	A 4,0 a
R3	B 3,4 ab	AB 3,6 a	A 3,8 a	A 4,0 a
R2+R4	A 4,3 a	A 4,3 a	A 4,1 a	A 4,3 a
Média	3,4	3,7	3,9	3,9
CV ₁ (%)	6,5	CV ₂ (%) 7,2		CV ₃ (%) 8,6
Comprimento da parte aérea (cm)				
Fungicida	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
Testemunha	B 2,1 b	A 2,9 a	A 3,3 a	A 3,1 ab
R2	B 2,3 ab	A 3,1 a	A 3,1 a	A 3,5 a
R3	C 2,4 ab	AB 3,2 a	A 3,6 a	A 2,8 b
R2+R4	B 2,6 a	A 3,3 a	A 3,4 a	A 3,5 a
Média	2,4	3,1	3,3	3,2
CV ₁ (%)	9,9	CV ₂ (%) 8,2		CV ₃ (%) 8,4
Cultivar	Massa de mil sementes (g)			
BR-IRGA 409		24,4	d	
IRGA 417		26,3	b	
IRGA 422CL		29,4	a	
IRGA 423		25,2	c	
Fungicida				
Testemunha		26,3	ns ⁶	
R2		26,4		
R3		26,5		
R2+R4		26,4		
Média		26,3		
CV ₁ (%)	1,9	CV ₂ (%) 3,1		CV ₃ (%) 1,9

¹Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000; ²Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). ³Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Coeficiente de variação da sub-sub-parcela. ⁶Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

No teste de condutividade elétrica aplicado às sementes (Figura 6), houve interação entre cultivar, aplicação de fungicida e umidade de colheita. Os valores de condutividade

elétrica apresentaram redução com o decréscimo da umidade de colheita. O uso de fungicida, independentemente do momento da aplicação, apresentou manutenção nos valores de condutividade elétrica para as sementes colhidas com o grau de umidade médio entre 24 a 18% de umidade, o que não se observou para a testemunha. O comportamento apresentado pelas cultivares, de modo geral, foi semelhante aos observados para os demais testes de vigor.

Os resultados observados para a condutividade elétrica das sementes reportam para valores contrários aos observados pela pesquisa, em que sementes com elevado vigor tendem a apresentar os menores valores de condutividade elétrica. Para a cultura do arroz, alguns autores vêm relatando que pode ocorrer uma inversão nos valores de condutividade elétrica, em virtude da hidratação das sementes, que depende de sua composição química (BECKERT & SILVA, 2002), espécie, disponibilidade de água, área de contato, temperatura (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), tamanho e forma dos poros e quantidade de cera na epiderme (CALERO et al., 1981). No arroz, a lema e a pálea, além de não permitirem a observação da integridade das sementes, podem influenciar na absorção de água e liberação de lixiviados, desse modo interferindo nos resultados (FRANZIN et al., 2004 e PASQUALI, 2005). Sabendo-se que o teste de condutividade elétrica é baseado no fato de que vigor está relacionado à integridade do sistema de membranas celulares, avaliando a quantidade de íons presentes na água de embebição, a velocidade de absorção parece ser afetada pela qualidade das sementes, constituindo-se, assim, em indicativo de qualidade (MOTTA, 2002; WRASSE, 2006).

Estudando essa relação, Wrasse et al. (2009) verificaram, para a cultura do arroz irrigado, que as sementes com menor qualidade fisiológica têm menor velocidade de hidratação do que sementes de maior qualidade. O mesmo já havia sido observado por Bortolotto et al. (2008), que, estudando a qualidade fisiológica das cultivares IRGA 417 e IRGA 422CL, concluíram que as sementes menos vigorosas apresentaram menor velocidade de hidratação, comparativamente com as sementes de maior vigor.

Assim, as sementes de baixo vigor apresentam menor quantidade de íons na água de embebição, resultando em valores mais baixos de condutividade elétrica, comparados com os observados para as sementes colhidas com grau de umidade médio entre 24 a 20%, que apresentam os melhores resultados, como descrito pelas avaliações apresentadas anteriormente.

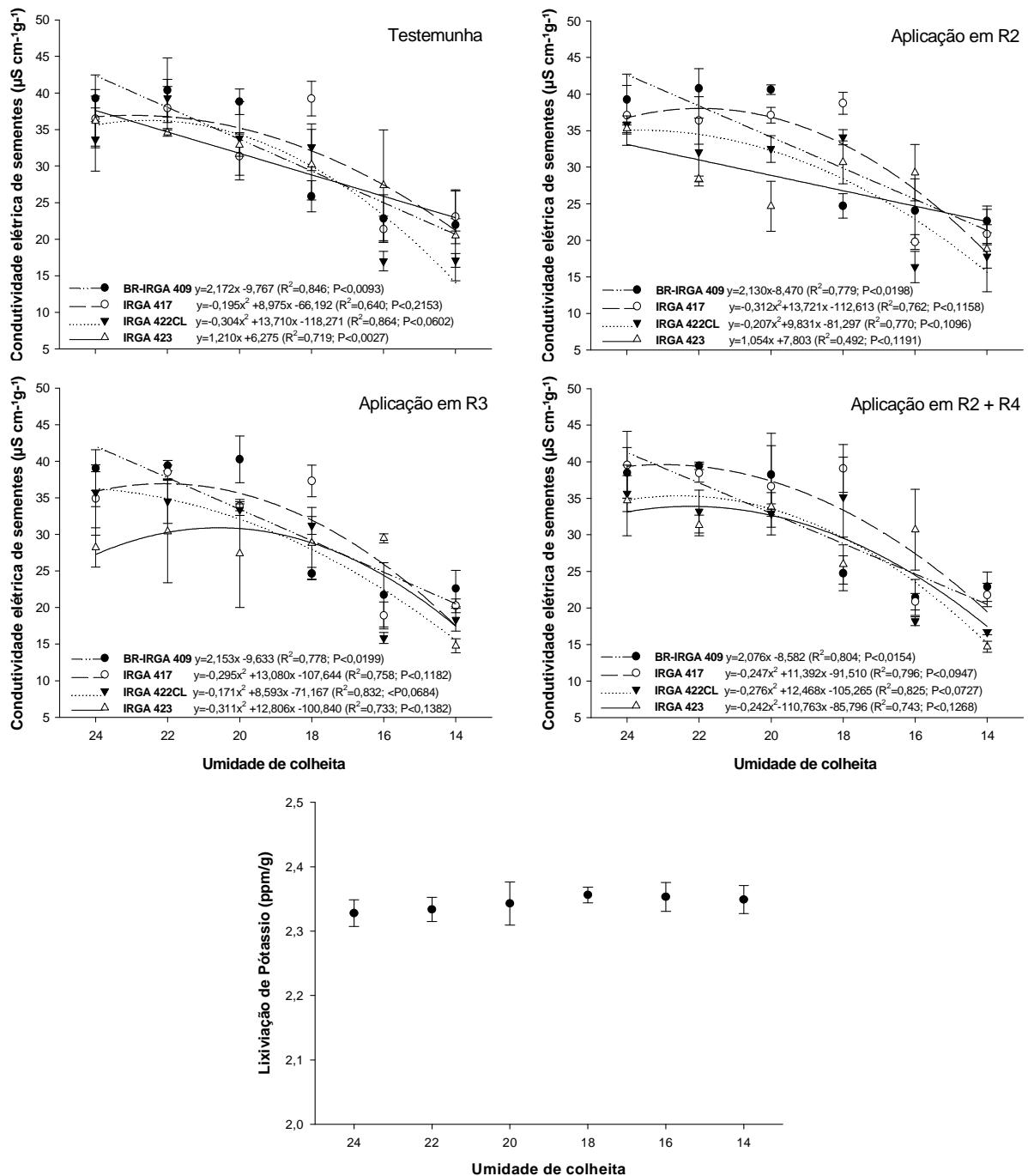


Figura 6- Condutividade elétrica e lixiviação de potássio de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.

Para lixiviação de potássio das sementes (Figura 6), os resultados não apresentaram diferença entre os fatores em estudo, gerando informações inconsistentes no que se refere a identificar sementes com diferentes níveis de vigor. De maneira similar, Barros et al. (1997),

estudando testes rápidos para a determinação do vigor de sementes de soja, concluíram que a lixiviação de potássio não proveu resultados semelhantes ao obtidos pelos teste de potencial de emergência das plântulas no campo. Com relação às cultivares e aos momentos de aplicação de fungicida, não houve diferença entre este fatores para lixiviação de potássio, com média de 2,35 ppm/g (dados não mostrados).

No que se refere à incidência de fungos patogênicos associados às sementes (Tabela 3), houve interação entre o grau de umidade de colheita (entre 22 e 14% de umidade) e as cultivares para os fungos *Phoma* spp., *Helminthosporium* spp., *Nigrospora* spp. e *Curvularia* spp. A incidência foi elevada nas colheitas realizadas com grau de umidade de 14%, podendo estar associada ao maior período de permanência dessas sementes na lavoura, ao processo de deterioração, deixando a planta mais vulnerável aos fungos. Entre as cultivares, a maior incidência de *Nigrospora* spp. e *Helminthosporium* spp. foi observada na cultivar BR-IRGA 409, sendo que a cultivar IRGA 417 apresentou incidência elevada de *Phoma* spp. Para *Curvularia* spp., o grau de unidade de colheita não influenciou na incidência de fungos.

Para a incidência de *Rhizoctonia* spp. e *Aspergillus* spp., houve somente influência entre as cultivares, sendo que a cultivar BR-IRGA 409 apresentou a maior incidência destes fungos, de modo geral.

Houve interação entre os momentos de aplicação de fungicida e a umidade de colheita para a incidência de *Rhizoctonia* spp., *Aspergillus* spp. *Nigrospora* spp e *Curvularia* spp. (Tabela 4). A maior redução ocorreu com a realização de duas aplicações de fungicidas (em estádio R2 + R4), sendo mais eficaz sobre a qualidade sanitária das sementes colhidas com o grau de umidade de 14%. Para *Rhizoctonia* spp., a realização de duas aplicações reduziu em 40% a incidência de fungos sobre as sementes colhidas com grau médio de 14% de umidade, quando comparada com a testemunha. Esta caracterização da maior eficiência do uso de duas aplicações de fungicida decorre do aumento do período de proteção às plantas, que pode ter retardado e/ou reduzido o processo de deterioração das sementes e assim diminuído a incidência de fungos. Sofiatti et al. (2005) e Marzari et al. (2007) também encontraram diminuição da incidência quando realizaram a aplicação de fungicida na parte área das plantas.

Para a incidência de *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp. e *Fusarium* spp., houve interação tripla entre os fatores cultivar, aplicação de fungicida e umidade de colheita das sementes (Tabela 5). De maneira geral, sementes oriundas de colheitas realizadas com grau de umidade médio de 14% apresentaram maior incidência de fungos.

Para *Alternaria* spp., a maior incidência foi observada na cultivar IRGA 417, destacando-se que o melhor controle foi proporcionado com duas aplicações de fungicida (em estádio R2 + R4). A redução da incidência de *Alternaria* spp., com uso de fungicida na parte aérea, se faz importante. Islam et al. (2000) destacam que a emergência das plântulas oriundas de sementes infectadas por *Alternaria* spp. foi reduzida em 88,0%, nas condições ambientais testadas. Assim, caracterizando o menor vigor das sementes colhidas com grau de umidade médio 14% e sem aplicação de fungicida, como mostram os resultados do trabalho. A mesma redução foi observada para *Epicoccum* spp. para as sementes colhidas com 14% de umidade, em que o uso de fungicida se mostrou mais eficiente, principalmente para as cultivares IRGA 417 e IRGA 423.

Para a incidência de *Fusarium* spp., houve resposta ao uso de fungicida somente para a cultivar IRGA 422CL. O uso de fungicida, de modo geral, apresenta-se eficiente na redução de fungos associados às sementes, tendo resposta significativa para aquelas colhidas com baixo grau de umidade (14% de umidade). Isso permite relacionar a incidência de fungos associados às sementes diretamente ao vigor destas, que apresentaram redução do vigor com o decréscimo da umidade de colheita.

Nas condições de lavoura, as informações geradas pelo trabalho apontam para os benefícios do uso de fungicida para cultura do arroz. De modo geral, ele auxilia na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, o que é observado pelos vários testes conduzidos no trabalho para avaliar a germinação e o vigor das sementes. Ao ser observada a qualidade física dos grãos, com a proteção das plantas pelo uso de fungicida, este mostrou-se eficiente nas colheitas realizadas com o grau de umidade médio abaixo do preconizado pela pesquisa.

Tabela 3- Incidência de *Phoma* spp. *Helminthosporium* spp. *Nigrospora* spp. *Curvularia* spp. *Rhizoctonia* spp. e *Aspergillus* spp. em sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta a duas umidades de colheitas. Santa Maria-RS, 2009.

<i>Phoma</i> spp. (%)				
	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
22 % ¹	B 7 b ²	A 19 b	B 13 b	B 10 b
14 %	B 15 a	A 33 a	AB 20 a	A 26 a
Média	11	26	16	18
CV ₁ (%)	26,8 ³	CV ₂ (%) 32,4 ⁴		CV ₃ (%) 28,8 ⁵
<i>Helminthosporium</i> spp. (%)				
	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
22 %	A 38 b	B 16 b	A 32 b	B 11 b
14 %	A 59 a	C 32 a	B 48 a	B 49 a
Média	48	24	40	30
CV ₁ (%)	19,2	CV ₂ (%) 26,1		CV ₃ (%) 20,8
<i>Nigrospora</i> spp. (%)				
	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
22 %	A 20 b	B 2 a	A 23 b	B 7 b
14 %	A 57 a	C 8 a	B 38 a	A 51 a
Média	39	5	30	29
CV ₁ (%)	22,3	CV ₂ (%) 22,1		CV ₃ (%) 23,7
<i>Curvularia</i> spp. (%)				
	BR-IRGA 409	IRGA 417	IRGA 422CL	IRGA 423
22 %	A 3 a	A 3 a	A 3 a	A 5 a
14 %	B 3 a	A 8 a	B 2 a	B 2 a
Média	3	5	3	3
CV ₁ (%)	27,0	CV ₂ (%) 27,8		CV ₃ (%) 25,3
Cultivares	<i>Rhizoctonia</i> spp. (%)			<i>Aspergillus</i> spp. (%)
BR-IRGA 409		42 a		12 a
IRGA 417		38 ab		9 ab
IRGA 422CL		32 b		8 ab
IRGA 423		31 b		7 ab
Média		36		9
CV ₁ (%)		19,1		23,3
CV ₂ (%)		17,0		19,5
CV ₃ (%)		21,3		23,4

¹Umidade de colheita do arroz irrigado. ²Médias não seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e médias não seguidas da mesa letra maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). ³Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

Tabela 4- Incidência de *Rhizoctonia* spp. *Aspergillus* spp. *Nigrospora* spp. *Curvularia* spp. *Phoma* spp. e *Helminthosporium* spp. nas sementes de arroz irrigado, em relação ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, em resposta a duas umidades de colheitas. Santa Maria-RS, 2009.

<i>Rhizoctonia</i> spp. (%)				
Testemunha ¹		R2	R3	R2 + R4
22 %	A 40 a ²	A 35 b	AB 29 b	B 17 b
14%	A 46 a	A 54 a	AB 38 a	B 28 a
Média	43	45	33	23
CV ₁ (%) ³	19,1	CV ₂ (%) ⁴ 17,0		CV ₃ (%) ⁵ 21,3
<i>Aspergillus</i> spp. (%)				
Testemunha		R2	R3	R2 + R4
22 %	A 12 b	B 7 a	C 4 a	C 1 a
14%	A 27 a	B 11 a	B 5 a	B 3 a
Média	20	9	4	2
CV ₁ (%)	23,3	CV ₂ (%) 19,5		CV ₃ (%) 23,4
<i>Nigrospora</i> spp. (%)				
Testemunha		R2	R3	R2 + R4
22 %	A 25 b	A 26 b	A 18 b	A 19 b
14%	A 39 a	A 34 a	B 21 a	B 24 a
Média	32	30	19	21
CV ₁ (%)	22,3	CV ₂ (%) 22,1		CV ₃ (%) 23,7
<i>Curvularia</i> spp (%)				
Testemunha		R2	R3	R2 + R4
22%	A 2 b	A 5 a	B 1 a	B 1 a
14%	A 4 a	A 7 a	A 6 b	B 3 a
Média	3	6	3	2
CV ₁ (%)	27,0	CV ₂ (%) 27,8		CV ₃ (%) 25,3
Fungicida		<i>Phoma</i> spp. (%)	<i>Helminthosporium</i> spp. (%)	
Testemunha		26 a	43 a	
R2		20 ab	39 ab	
R3		15 bc	33 bc	
R2+R4		10 c	27 c	
Média		18	35	
CV ₁ (%)		26,8	19,2	
CV ₂ (%)		32,4	26,1	
CV ₃ (%)		28,8	20,8	

¹Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000; ²Médias não seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e médias não seguidas da mesa letra maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). ³Coeficiente de variação da parcela principal.

⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

Tabela 5- Incidência de *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp.e *Fusarium* spp. nas sementes de quatro cultivares de arroz irrigado, em resposta ao momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, colhidos com diferentes graus de umidade. Santa Maria-RS, 2009.

		Alternaria spp. (%)							
		BR-IRGA 409		IRGA 417		IRGA 422CL		IRGA 423	
		22 % ¹	14 %	22 %	14 %	22 %	14 %	22 %	14 %
Testemunha ²		(A) A 51 a ^{3,4,5,6}	(b) A 56 a	(A) B 52 a	(ab) A 66 a	(B) B 35 a	(b) A 58 a	(AB) B 44 a	(a) A 68 a
R2		(A) B 45 ab	(b) A 58 a	(A) B 40 ab	(a) A 69 a	(B) A 33 a	(b) A 50 ab	(A) B 45 a	(a) A 66 a
R3		(A) A 37 b	(b) A 37 b	(A) B 32 ab	(a) A 68 a	(B) B 24 a	(b) A 37 b	(A) B 35 a	(ab) A 61 b
R2+R4		(A) B 30 b	(b) A 38 b	(AB) B 25 b	(a) A 68 a	(B) B 19 b	(b) A 40 b	(A) A 34 a	(b) A 35 c
Média		41	47	37	67	27	46	39	57
CV ₁ (%) ⁷	15,1			CV ₂ (%) ⁸ 9,37				CV ₃ (%) ⁹ 18,3	
Epicoccum spp. (%)									
		BR-IRGA 409		IRGA 417		IRGA 422CL		IRGA 423	
		22 %	14 %	22 %	14 %	22 %	14 %	22 %	14 %
Testemunha		(A) A 8,0 a	(b) A 10,0 a	(A) A 8,0 a	(b) A 10,0 a	(AB) B 4,0 a	(b) A 9,0 a	(B) B 2,0 a	(a) A 25,0 a
R2		(A) A 8,0 a	(b) A 8,0 a	(B) B 3,0 b	(ab) A 11,0 a	(B) A 1,0 a	(b) A 4,0 b	(B) B 1,0 a	(a) A 18,0 b
R3		(A) A 4,0 a	(a) A 7,0 a	(A) B 2,0 b	(a) A 6,0 a	(B) A 0,0 a	(a) A 3,0 b	(B) B 0,0 a	(a) A 7,0 bc
R2+R4		(A) B 3,0 a	(a) A 8,0 a	(A) A 4,0 b	(a) A 4,0 a	(A) A 1,0 a	(b) A 1,0 b	(A) B 0,0 a	(a) A 5,0 c
Média		5,7	8,2	4,2	7,7	1,5	4,2	1,0	13,7
CV ₁ (%)	23,1			CV ₂ (%) 26,9				CV ₃ (%) 25,2	
Fusarium spp. (%)									
		BR-IRGA 409		IRGA 417		IRGA 422CL		IRGA 423	
		22 %	14 %	22 %	14 %	22 %	14 %	22 %	14 %
Testemunha		(A) A 2,0 a	(a) A 3,0 a	(A) A 2,0 a	(a) A 2,0 a	(A) B 2,0 a	(a) A 4,0 a	(A) A 0,0 a	(b) A 0,0 a
R2		(A) B 0,0 a	(a) A 3,0 a	(A) A 0,0 a	(a) A 0,0 a	(A) A 0,0 b	(a) A 2,0 b	(A) A 2,0 a	(a) A 0,0 a
R3		(A) B 0,0 a	(a) A 3,0 a	(A) A 1,0 a	(a) A 2,0 a	(A) A 1,0 b	(a) A 1,0 b	(A) A 0,0 a	(a) A 0,0 a
R2+R4		(A) A 0,0 a	(b) A 0,0 a	(A) A 0,0 a	(b) A 0,0 a	(A) B 0,0 b	(a) A 2,0 b	(A) A 0,0 a	(b) A 0,0 a
Média		0,5	2,3	1,0	1,0	1,0	2,0	0,5	0,0
CV ₁ (%)	33,1			CV ₂ (%) 35,0				CV ₃ (%) 22,8	

¹Umidade de colheita do arroz irrigado. ²Momento de aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al. (2000). ³Letras minúsculas, desdobramento de FUNGICIDA dentro de cada nível de UMIDADE x CULTIVAR. ⁴Letras maiúsculas, desdobramento de UMIDADE dentro de cada nível de FUNGICIDA x CULTIVAR. ⁵Letras maiúsculas e minúsculas dentro dos parentes, desdobramento de CULTIVAR dentro de cada nível de FUNGICIDA x UMIDADE. ⁶Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ⁷Coeficiente de variação da parcela principal. Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁸Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

Conclusão

- Colheita realizada com grau de umidade médio dos grãos inferior a 20% reduz o percentual de grãos inteiros, independentemente do uso de fungicida, mas com menor redução, quando realizadas duas aplicações de fungicidas (em estádio R2 + R4).
- A qualidade fisiológica das sementes se mantém elevada, com o uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, principalmente quando realizadas duas aplicações (em estádio R2 + R4). O decréscimo do grau de umidade de colheita reduz o vigor e a germinação das sementes.
- Colheita realizada com grau de umidade médio de 14% apresenta alta incidência de patógenos associados às sementes.

Referências Bibliográficas

- BARROS, L.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 288-294, 1997.
- BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 61-69, 2002.
- BINOTTI, F.F.S. et al. Qualidade industrial e fisiológica do arroz de terras altas irrigado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 219-226, 2007.
- BORTOLOTTO, R.P. et al. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 991-996, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília; SNDA/DNDV-CLAV, 1992. 356p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Padrões para produção e comercialização de Sementes de arroz**. Brasília, 2005.
- CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 926-933, 1981.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CELMER, A.F. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 901-904, 2007.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, n. 40, p. 436-443, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação dos solos.** Brasília: Embrapa-SPI, 1999.

FONSECA, J.R. et al. Ponto de colheita dos cultivares de arroz de terras altas BRS Liderança, BRS Talento e BRSMG Curinga. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 296, n. 51, p. 535-540, 2004.

FRANZIN, S.M. et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004.

HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26 n. 1, p. 92-97, 2004.

ISLAM, M.S. et al. Evaluation of seed health of some rice varieties under different conditions. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v. 41, p. 293-297, 2000.

KUNZE, O.R.; PRASAD, D. Grain fissur in potentiais in harvesting and drying of Rice. **Transactions of ASAE**, Miami, n. 21, p. 361-366, 1978.

MARCHEZAN, E.; GODOY, O.P.; FILHO, J.M. Relações entre época de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 843-848, 1993.

MARCHEZAN, E. **Características de cultivares de arroz irrigado.** Santa Maria: UFSM, 2006, 93p.

MARCOS FILHO, M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARZARI, V. et al. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. II. Qualidade de grãos e sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 936-941, 2007.

MOTTA, W.A. **Hidratação, condutividade elétrica e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de teosinto.** 2002. 49f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de sementes) - Universidade Federal de Pelotas, 2002.

NEDEL, J.L. **Fundamentos da Qualidade de Sementes**, Sementes: Fundamentos. Universitária, 2003, p. 95-138.

PASQUALI, L.L. **Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionária.** 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 2005.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes In: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos.** 2ª edição, 2006, p12-93.

POPINIGIS. F. **Fisiologia da semente.** Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

RIBEIRO, G.J. et al. Efeitos do atraso na colheita e do período de armazenamento sobre o rendimento de grãos inteiros de arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1021-1030, 2004.

SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P.R.V.S. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 74-80, 2008.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Pelotas-RS: SOSBAI, 161p. 2007.

SOFIATTI. V. et al. Efeitos de regulador de crescimento, controle de doenças e densidade de semeadura na qualidade industrial de grãos de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 418-423, 2006.

STEFFE, J.F.; SINGH, R.P.; MILLER JR., G.E. **Harvest, drying and storage of rough rice.** In: LUH, B.S. (ed.) *Rice: production and utilization*. Westport: Connecticut AVI Publishing, 1980. p.311-359.

WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz.** 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

WRASSE, C.F. et al. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p.107-114, 2009.

- CAPÍTULO III -

FUNGICIDA APLICADO NA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DE ARROZ IRRIGADO E SEU EFEITO NA QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS, DURANTE O ARMAZENAMENTO

Foliar application of fungicide in irrigated rice plants and the effect on seed and grain quality during storage

Resumo

O armazenamento de sementes e grãos de arroz irrigado consiste na preservação da qualidade fisiológica das sementes e da qualidade dos grãos para industrialização. O experimento objetivou avaliar o efeito do fungicida, com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, aplicado na parte aérea das plantas em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, na qualidade física e fisiológica de sementes e grãos armazenados em dois ambientes. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 2 x 4), com quatro repetições. O experimento constitui-se de duas etapas; uma no campo e a outra no armazenamento. Os tratamentos foram compostos pelo momento de aplicação de fungicida no campo, na parte aérea das plantas, em diferentes estádios de desenvolvimento (T1- testemunha sem aplicação de fungicida, T2-aplicação em estádio R2, T3-aplicação em estádio R3 e T4-aplicação em estádio R2 + R4), pelos diferentes locais de armazenamento e pela avaliação da qualidade fisiológica e física do arroz armazenado a cada dois meses, totalizando um período de seis meses. O uso de duas aplicações de fungicida reflete positivamente na germinação e no vigor das sementes, bem como na redução da incidência de fungos associados às sementes. Com o tempo de armazenamento, há redução do vigor e da germinação das sementes, independentemente das condições. O tempo de armazenamento eleva o percentual de grãos inteiros.

Palavras-chave: germinação de sementes, grãos inteiros, sanidade das sementes, semeadura tardia.

Abstract

Grain and seed storage of irrigated rice consists in preserving physiological quality of seeds and grain quality for consumption and industrialization. The experiment had the objective to measure the effect of fungicide with the formulated mixture of propiconazole + trifloxystrobin applied in plants canopy in different rice stages to physical and physiological quality of grain and seed stored in two conditions. The experimental design was a randomized complete block with a factorial scheme (4 x 2 x 4) and four replications. The experiment was constituted by two steps. The first being the one in field and the other in storage environment. Treatments were composed by the foliar application of fungicide in the field at different development stages (T1- untreated check, T2- application in R2 stage, T3- application in R3 stage and T4- application in R2+R4 stages), by the different storage environments and by physical and physiological rice quality for a period of 6 months. The use of two fungicide applications on the plants canopy affected germination, seeds vigor, and incidence of fungus associated to seeds. Regarding storage time, there was reduction in seeds vigor and germination, independent of storage conditions. The storage time elevated whole grain percentage.

Keywords: seed germination, whole grain, seed health, late sowing.

Introdução

A etapa de pós-colheita é de grande importância para o sistema de produção do arroz, visto que o principal objetivo do armazenamento é a preservação da qualidade fisiológica das sementes para novos cultivos ou da qualidade dos grãos para industrialização. Nessa fase, diversos devem ser os cuidados para manter a qualidade do produto e, assim, diminuir a velocidade do processo deteriorativo.

Durante o armazenamento, a temperatura e a umidade relativa do ar são fatores importantes para que se mantenha a qualidade do arroz (HÖELTZ, 2005). De acordo com Marcos Filho (2005), a baixa umidade relativa do ar é um dos mais importantes fatores na manutenção da germinação e do vigor das sementes de grandes culturas. Segundo Harrington (1971), para cada 1% de queda no grau de umidade das sementes (válido para graus de umidade entre 5 e 14%) e para cada queda 5°C na temperatura do ambiente de armazenagem

(válido para temperaturas entre 0 e 50°C), dobra-se o seu tempo de conservação, sem perda de germinação e vigor de sementes.

Além disso, a temperatura e a umidade relativa do ar também interferem no desenvolvimento de diversas espécies de insetos e microrganismos no ambiente de armazenamento. Uma das características desses microrganismos é o alto poder de proliferação. Embora presentes no campo em baixa porcentagem, no período de armazenamento, multiplicam-se rapidamente, desde que tenham condições ambientais favoráveis (GARCIA et al., 2002; MOLINIÉ et al., 2005). Os fungos são um dos principais responsáveis por perdas na qualidade do arroz durante o armazenamento (BIANCHINI et al., 2003; DRUVEFORS & SCHNÜNRER, 2005).

Valarini et al. (1990) estudaram o tempo de sobrevivência de fungos associados a sementes de arroz. Nesse estudo, eles armazenaram amostras de sementes com 6 a 37,5% de incidência de *Pyricularia grisea*, em duas condições distintas (temperatura ambiente e temperatura de $\pm 5^{\circ}\text{C}$), e testaram periodicamente a sanidade durante 10 meses, tendo sido observadas menores incidências nas sementes armazenadas em condições controladas.

Quanto ao tempo de armazenamento, Macedo et al. (2002) avaliaram a qualidade sanitária das sementes durante 12 meses de armazenamento, e observaram que a incidência de fungos de campo reduziu durante o tempo de armazenamento, porém o percentual de fungos de armazenamento, como *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., aumentou. Com relação à qualidade fisiológica das sementes, esta tende a diminuir com o tempo de armazenamento, em função do processo de deterioração das sementes (FIGUEIRÉDO et al., 1998; BINOTTI et al., 2007), sendo necessário conhecer práticas de manejo que reduzam esse processo.

Outro ponto importante é o manejo adotado nas lavouras quanto à sanidade das plantas, pois pode influenciar diretamente no desenvolvimento das sementes e grãos, bem como na qualidade durante o armazenamento. Diante disso, o uso de fungicida se faz necessário, especialmente quando as condições climáticas podem favorecer a incidência de doenças fúngicas, principalmente em semeaduras realizadas tarde, devido à redução do fluxo de radiação solar (LAGO et al., 2009) e à frequência de precipitações (SILVA et al. 2007). Assim, é necessário conhecer a eficiência do fungicida, bem como o melhor momento de aplicação, para proteger a área foliar das plantas, pois em condições de cultivo o declínio da capacidade fotossintética pode ocorrer precocemente durante o enchimento de grãos, resultante da severidade de doenças foliares e da senescência das folhas (POMMEL et al., 2006).

Em face da escassez de informações de caráter regional sobre a influência do armazenamento na qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado associando o uso de fungicida na parte aérea das plantas, a presente pesquisa objetivou avaliar o efeito do fungicida aplicado na parte aérea das plantas, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, na qualidade fisiológica e física de sementes e grãos armazenados em dois ambientes.

Material e Métodos

O experimento constituiu-se de duas etapas, uma no campo e a outra no armazenamento das sementes e dos grãos. O experimento foi conduzido no campo durante a estação de crescimento de 2008/09, em área de várzea, com latitude -29.7000° , longitude -53.7000° e altitude 95 metros. A semeadura do experimento ocorreu no dia 08 de dezembro de 2008, na densidade de 100 kg ha^{-1} de semente da cultivar IRGA 417. Cada parcela foi constituída por 9 linhas espaçadas em 0,17 m e com 5 m de comprimento, sendo colhida uma área útil de $5,95 \text{ m}^2$ para cada tratamento. A adubação de base, o nitrogênio em cobertura, bem como os demais tratos culturais foram conduzidos conforme a recomendação técnica para a cultura (SOSBAI, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial ($4 \times 2 \times 4$), com quatro repetições. O fator A foi composto pela aplicação de fungicida, no campo, na parte aérea das plantas, em diferentes estádios de desenvolvimento (T1-testemunha sem aplicação de fungicida, T2-aplicação em estádio R2, T3-aplicação em estádio R3 e T4-aplicação em estádio R2 + R4, segundo a escala de COUNCE et al., 2000). O fator C foi composto pelos diferentes locais de armazenamento do arroz, denominando-se Local 1 o armazenamento na Câmara Seca do Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com temperatura controlada a $10^{\pm}2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar em torno de 30%, e o Local 2, na unidade de armazenamento de sementes da Cooperativa Agrícola Mista Nova Palma Ltda., localizada no município de Dona Francisca, no Estado do Rio Grande do Sul (RS), em condições comuns de armazém de alvenaria, sujeitas, portanto, às variações de temperatura e umidade relativa do ar, juntamente com as sementes da cooperativa, as quais foram armazenadas em pilhas. Para o fator D, avaliou-se a qualidade fisiológica e física do arroz armazenado a cada dois meses, totalizando um período de seis meses.

As aplicações de fungicida na parte aérea das plantas foram realizadas através da pulverização da mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na dose de 93,75 g i.a. ha^{-1} + 93,75 g i.a. ha^{-1} , respectivamente, para os tratamentos com uma aplicação de fungicida (tratamentos T2 e T3), e na dose de 75,0 g i.a. ha^{-1} + 75,0 g i.a. ha^{-1} da mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, respectivamente, quando realizadas duas aplicações (tratamento T4), com adição de 500 ml ha^{-1} de óleo mineral (composto de éster metilado de óleo de soja), conforme as recomendações do produto. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido a CO_2 (pressão de 40 lbs pol²), utilizando-se uma barra com quatro pontas de pulverização cone vazio (Jacto JA-2) espaçadas 0,50 m, com volume de calda ajustado para 232 L ha^{-1} .

O arroz foi colhido quando apresentou grau de umidade médio de 22%, após foi realizada a trilha, limpeza e secagem com ventilação de ar forçada, com temperatura de $38 \pm 2^{\circ}C$ até atingir grau de umidade médio de 13%. Esse material experimental foi separado em mini-sacos de rafia, sendo armazenados nos locais já mencionados anteriormente. Para o Local 2, foram monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar no armazém a cada 60min. Este monitoramento foi realizado em dois pontos: dentro do armazém, entre as pilhas, e dentro da pilha de sacos, através de uma Estação Meteorológica modelo System 30.30.15, sendo os resultados apresentados na Figura 1.

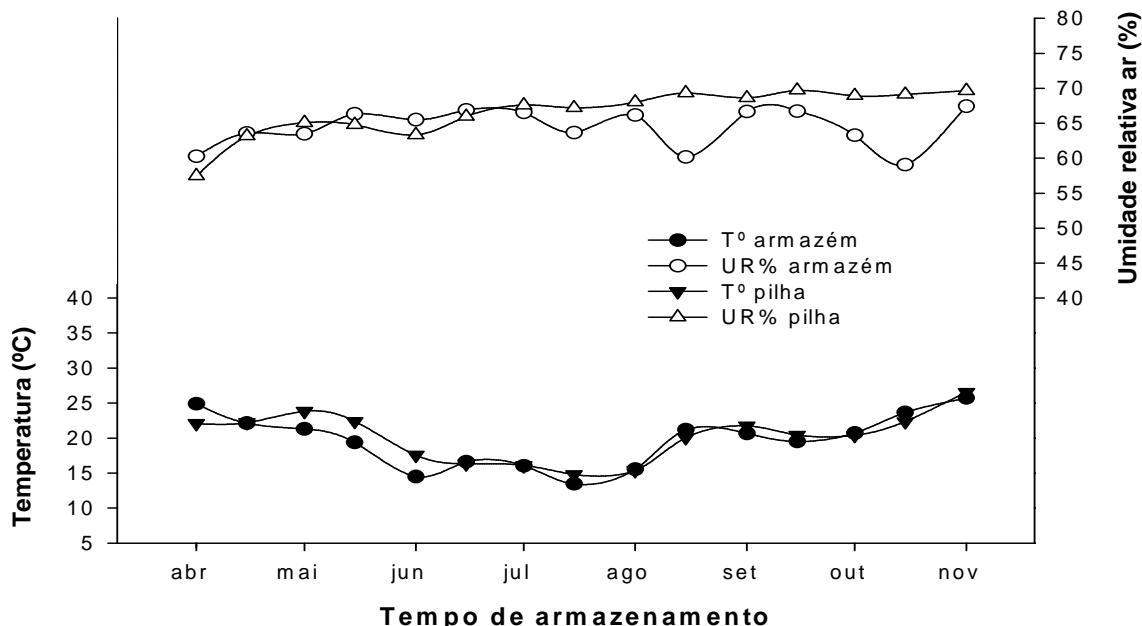


Figura 1- Monitoramento da temperatura e da umidade do ar durante o armazenamento das sementes no município de Dona Francisca (Local 2).

A qualidade física dos grãos foi avaliada através do percentual de grãos inteiros obtidos através do processo de beneficiamento de quatro amostras de 100g de arroz com casca de cada tratamento, em testadora de amostras da marca Suzuki (engenho de provas). O percentual de grãos inteiros foi obtido de forma direta, pela pesagem dos grãos.

O teste de germinação de sementes foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel filtro (sobre duas folhas de papel e uma folha de cobertura), mantidas no germinador regulado com temperatura constante de 25°C, durante 14 dias. O volume de água utilizado para embebição das sementes foi equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. A contagem foi realizada aos 14 dias após o início do teste, considerando os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Realizou-se a avaliação de primeira contagem da germinação, em conjunto com o teste de germinação, quando foi determinado o percentual de plântulas normais, considerando-as com tamanho superior a dois centímetros de parte aérea e dois centímetros de parte radicular (totalizando quatro centímetros) no sétimo dia após a instalação do teste de germinação.

Para o teste de envelhecimento acelerado das sementes, utilizaram-se caixas plásticas do tipo gerbox, com bandeja telada. Após a adição de 40 mL de água destilada nas caixas, foram distribuídas uniformemente 500 sementes de cada tratamento sobre a tela e, então, as caixas plásticas foram fechadas e mantidas em estufa, a 42°C, durante 96 horas. Após este período, as sementes foram semeadas em rolos de papel filtro, no mesmo procedimento apresentado para o teste de germinação. A avaliação foi realizada no sétimo dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentual de plântulas normais.

O comprimento de plântula foi realizado pela mensuração de 10 plântulas e de suas partes (parte aérea e raiz), oriundas de 10 sementes semeadas em papel filtro umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel, em quatro repetições e levadas ao germinador à temperatura de 25°C. As sementes foram semeadas no terço superior do papel substrato no sentido longitudinal, sendo as avaliações realizadas aos sete dias após semeadura, com auxílio de uma régua graduada em milímetros. Os resultados foram expressos em centímetros (cm), em função das médias das dez sementes semeadas.

Para a condutividade elétrica e a lixiviação de potássio, foram analisadas pelo método massal, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes intactas, selecionadas visualmente. Estas foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001g) e imersas em 75 mL de água destilada e deionizada, em copos plásticos com capacidade de 100 mL, mantidos a 25°C, por 24 horas em germinador, no escuro. Após a embebição das sementes, fez-se a leitura de

condutividade elétrica com o condutivímetro, marca Tecnal Condutivímetro TEC-4MP, e os resultados foram constatados a partir do valor da condutividade elétrica dividido pela massa das sementes e expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Para lixiviação de potássio, utilizaram-se as mesmas soluções da condutividade elétrica das sementes; foi realizada pelo emprego do método de fotometria de chama, utilizando Fotômetro de chama DM-61, marca Digimed, sendo os resultados expressos em ppm de potássio por grama de semente.

A análise da qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo método do papel filtro ou “Blotter test”. Utilizaram-se caixas plásticas do tipo gerbox, desinfetadas superficialmente com álcool 70%, para eliminação de contaminantes saprófitas. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, totalizando 100 sementes por amostra. As sementes foram incubadas em ambiente controlado (25°C), por 24 horas, após este período foram acondicionadas por mais 24 horas em temperatura controlada a -5°C . Após este procedimento, as sementes foram novamente incubadas em ambiente controlado de 25°C , por sete dias com fotoperíodo de 12h. Após, foram avaliadas individualmente em lupa, quando se observou a coloração e a esporulação do fungo, para a identificação e quantificação dos fungos, expressando a porcentagem de fungo associado às sementes.

Os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variâncias). A variável percentual de grãos inteiros, germinação de semente, primeira contagem de germinação de sementes e envelhecimento acelerado de sementes foi transformados para $yt = \sqrt{(y + 0,5)}$. Para o comprimento de plântulas (áereo e raiz) e condutividade elétrica das sementes, os valores foram transformados para $yt = \text{arco sen} \sqrt{(y+0,5)/100}$, e para incidência de fungos patogênicos, os resultados foram transformados para $yt = \log (x)$, os dados apresentados são os valores não transformados. A análise da variância dos dados do experimento foi realizada através do teste F, e as médias dos fatores quantitativos, quando significativas, foram submetidas à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático. Para os resultados expressos graficamente, determinou-se o intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

O local de armazenamento e o uso de fungicida (Tabela 1) não influenciaram no percentual de grãos inteiros, apresentando um percentual médio de 65% de grãos inteiros. Da mesma forma, em trabalho realizado por Camargo et al. (2008), o uso de fungicida também

não interferiu no percentual de grãos inteiros quando aplicado no estádio R2 na cultivar IRGA 417.

Com relação à germinação das sementes, não houve efeito entre os locais de armazenamento em estudo. Nas condições normais nas quais as sementes foram armazenadas (Local 2), não apresentam diferenças quando comparadas às condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar. Entretanto, quanto ao uso de fungicida, este se fez importante, pois a aplicação resultou em maior germinação. Esse acréscimo foi mais evidenciado quando realizada uma aplicação em estádio R3 ou duas aplicações (em estádio R2 + R4). Esses resultados corroboram os apresentados por Marzari et al. (2007), destacando que uma aplicação de fungicida em estádio R2 apresentou um acréscimo de 4% na germinação das sementes.

Para o teste de primeira contagem de germinação, o local de armazenamento apresentou influência sobre a porcentagem de plântulas normais. Em condições controladas de temperatura e umidade do ar (Local 1), as sementes apresentaram maior vigor, quando comparadas com as condições normais de armazenamento, sem controle da temperatura e umidade relativa do ar (Local 2). Para Canepelle (1994), um ponto importante quanto à qualidade do armazenamento das sementes, consiste na umidade relativa do ar, pois esse fator está estreitamente relacionado à viabilidade e à qualidade fisiológica das sementes, afetando a manutenção da qualidade destas durante o armazenamento, em decorrência das oscilações, que aceleram o processo de deterioração. Ratificando essa afirmação, Baudet (1996) relata que o aumento da umidade, como consequência do aumento da respiração das sementes, desencadeia processos como o aumento da atividade enzimática (enzimas hidrolíticas) e da atividade dos ácidos graxos livres e, consequentemente, inicia a deterioração das sementes.

A aplicação do fungicida apresentou influência no teste de primeira contagem de germinação, principalmente quando realizadas duas aplicações (em estádio R2 + R4). Essa eficiência deve estar atrelada à sanidade das sementes, resultado do maior período de proteção da planta durante a fase de maturação, o que pode refletir diretamente no vigor das sementes.

Com relação ao teste de envelhecimento acelerado, que também avalia o vigor das sementes, o local de armazenamento não influenciou no percentual de plântulas normais. O uso de fungicida apresentou resultados semelhantes ao obtido no teste de germinação, e também do teste de primeira contagem de germinação, sendo que os maiores resultados foram obtidos quando foi realizada aplicação de fungicida.

Tabela 1- Percentual de grãos inteiros (GI), germinação de sementes (GS), primeira contagem de germinação (PG) e envelhecimento acelerado de sementes (AC), em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na parte aérea das plantas e do local de armazenamento. Santa Maria-RS, 2009.

	GI	GS	PG	EA
Local de armazenamento		%		
Local 1	65 ^{ns1}	88 ^{ns}	77 a ²	58 ^{ns}
Local 2	65	87	74 b	56
Aplicação de Fungicida				
Testemunha	65 ^{ns}	83 b	74 b	53 b
Aplicação em R2	65	87 ab	74 b	54 b
Aplicação em R3	65	89 a	76 ab	59 a
Aplicação em R2+R4	65	90 a	79 a	61 a
Média	65	87	76	57
CV ₁ (%) ³	0,6	2,5	2,8	3,0
CV ₂ (%) ⁴	0,8	3,8	3,9	3,6
CV ₃ (%) ⁵	0,7	2,7	2,3	3,4

¹Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ²Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ³Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

O percentual de grãos inteiros aumentou linearmente com o tempo de armazenamento (Figura 2). Ribeiro et al. (2004) avaliaram esse tempo em função da qualidade dos grãos e observaram aumento do percentual de grãos inteiros relacionado ao tempo de armazenamento. Há evidências de que este contribui para o aumento do porcentual de grãos inteiros, como destacam Castro et al. (1999), citando que uma das prováveis causas para isso é a menor aderência da casca ao endosperma, à medida que aumenta o tempo, o que facilita sua remoção durante o descascamento, contribuindo para diminuir o índice de quebra (RIBEIRO et al., 2004). O armazenamento também se reflete nas propriedades físico-químicas do arroz (ZHOU et al., 2002). Isso causa diferentes efeitos, entre eles, alterações da estrutura dos componentes do grão (amido, proteínas e lipídios), resultando maior resistência, o que pode afetar diretamente durante o polimento dos grãos. Neste sentido o armazenamento dos grãos se faz importante, pois quando realizado em condições adequada pode refletir num aumento do percentual de grãos inteiros.

Além disso, o período de armazenamento refletiu na germinação das sementes, principalmente ao final deste (seis meses). A germinação variou entre 92 e 85%. A porcentagem mais elevada foi observada no segundo mês de armazenamento. Figueirêdo et al. (1998) estudaram a influência de diferentes locais de armazenamento (armazéns) durante o

período de seis meses para a cultivar BR-IRGA 409, observaram redução no poder de germinação das sementes de até 35%, com o decorrer do tempo. Essa perda da germinação durante o período de armazenamento é previsível, como destacam Binotti et al. (2007), que avaliaram a germinação das sementes da cultivar BRS-Talento e observaram que houve uma redução de 8%, no final do período de armazenamento.

No teste de primeira contagem de germinação, o comportamento apresentado foi semelhante ao observado para o teste de germinação, apresentando uma redução no número de plântulas normais com o aumento do tempo de armazenagem. O teste de envelhecimento acelerado, baseado na simulação de fatores ambientais adversos, mostrou que os resultados corroboram os já apresentados para o teste de primeira contagem, porém com maior redução de plântulas normais. Vieira et al. (2002), estudando o tempo de armazenamento do arroz em diferentes locais (armazéns), observaram redução na germinação com o aumento do tempo de armazenamento. Os resultados apresentados para o teste de envelhecimento reportam o mesmo comportamento que os autores observaram para a germinação de sementes.

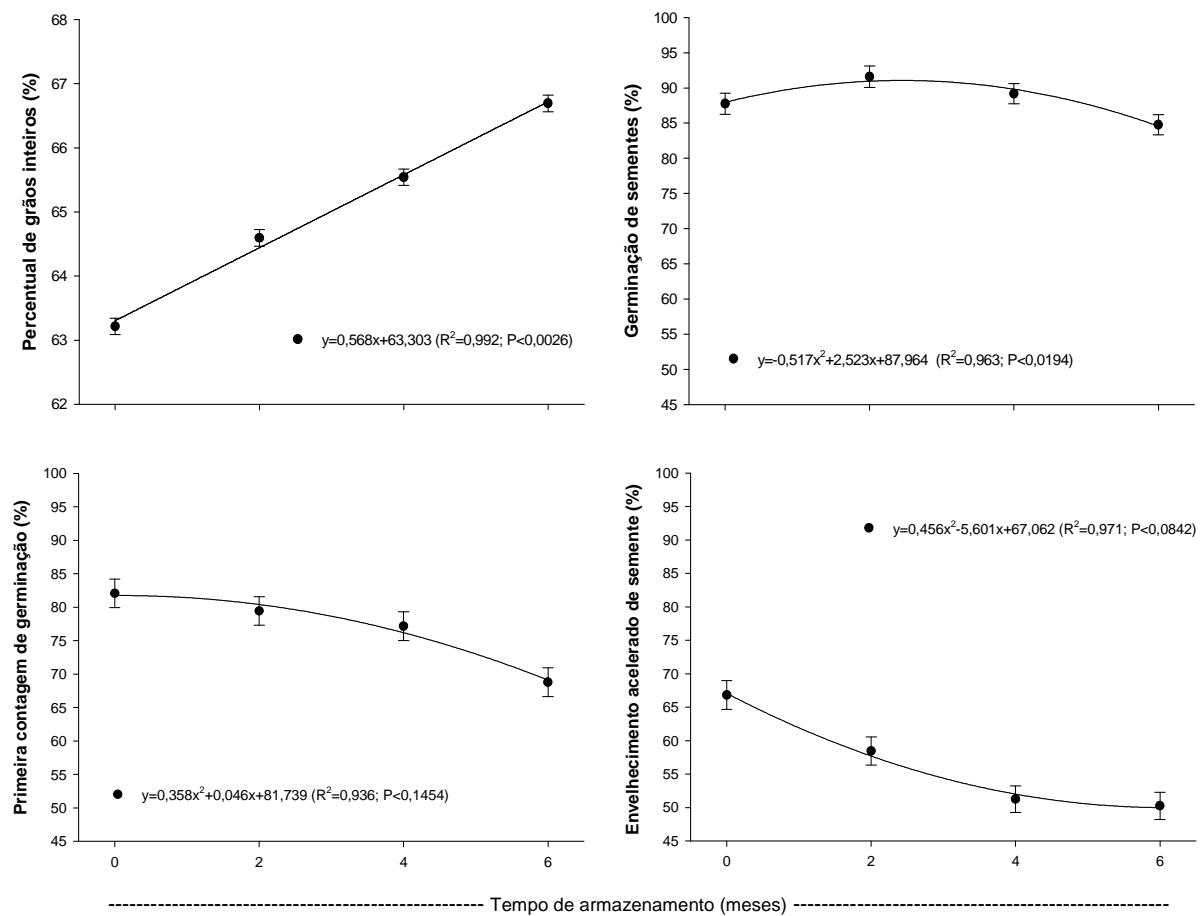


Figura 2- Percentual de grão inteiro, germinação de sementes, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes, em função do tempo de armazenamento das sementes. Santa Maria-RS, 2009.

Para a avaliação do comprimento de plântulas (total, raiz e aéreo), os resultados mostraram comportamento semelhante aos resultados já apresentados para os testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes. Para o comprimento total de plântulas (Tabela 2), houve interação entre o local de armazenamento e o momento de aplicação de fungicida. A diferença entre os locais de armazenamento foi observada somente quando não realizada a aplicação de fungicida, indicando os melhores resultados obtidos no Local 1. Quanto ao comprimento da parte aérea e radicular das plântulas, não houve diferenças entre os locais de armazenamento (dados não mostrados).

Na avaliação do comprimento de plântulas (total, raiz e aéreo) em função do tempo de armazenamento, houve interação entre este e o uso de fungicida (Figura 3). Os resultados mostraram que, com o aumento do tempo de armazenamento, o comprimento de plântulas (total, raiz e aéreo) apresentou uma redução significativa, estando de acordo com o observado para a germinação de semente. Em relação ao uso de fungicida, nota-se que a realização de

duas aplicações (em estádio R2 + R4) resultou no maior comprimento de plântulas para o comprimento total e da parte aérea das plântulas.

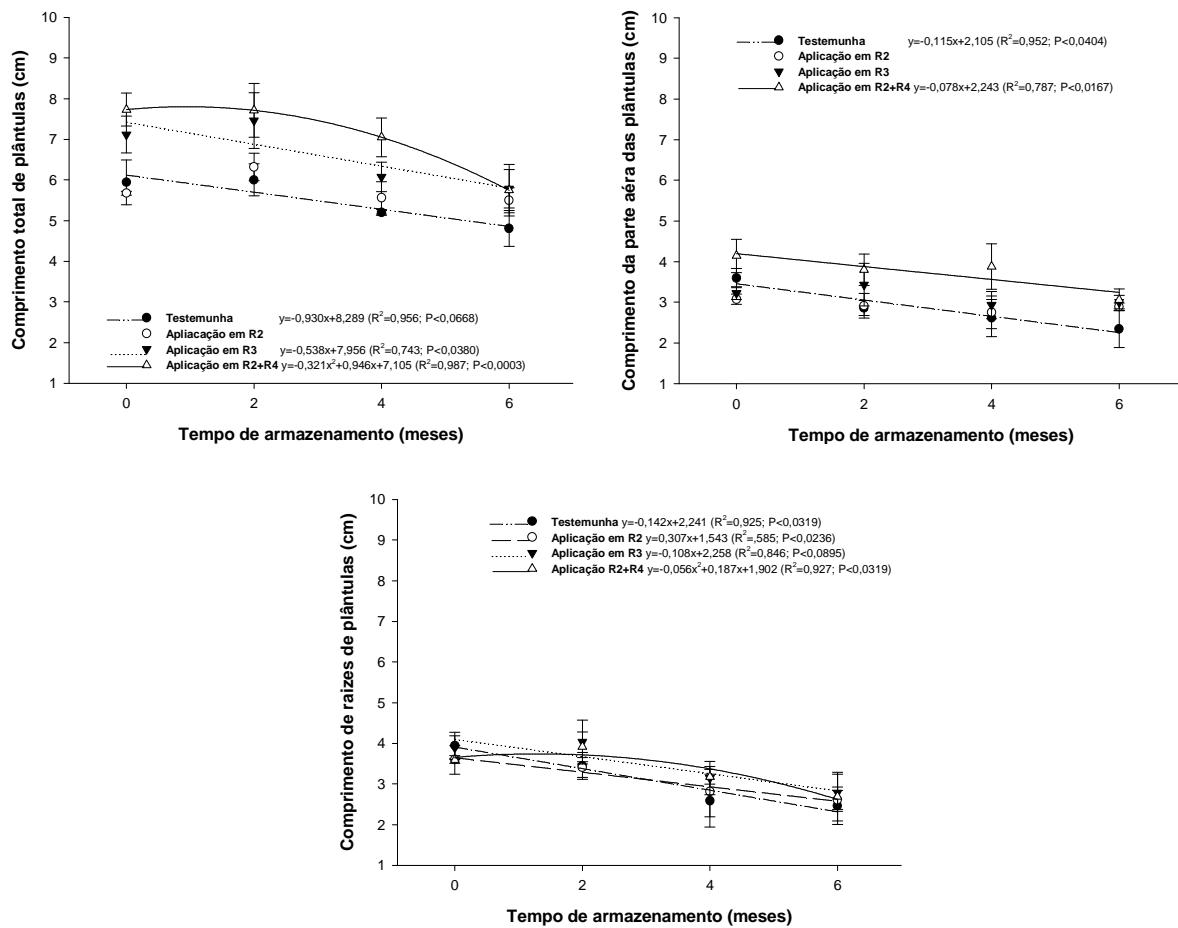


Figura 3- Comprimento total de plântulas, comprimento da parte aérea de plântulas e comprimento da parte radicular de plântulas, em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na parte aérea das plantas e do local de armazenamento. Santa Maria-RS, 2009.

Tabela 2- Comprimento total de plântulas, em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na parte aérea das plantas e do local de armazenamento das sementes de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Local de armazenamento	Testemunha	Comprimento total (cm)		
		Aplicação em R2	Aplicação em R3	Aplicação em R2+R4
Local 1	B 6,4 a ¹	AB 6,0 a	AB 6,8 a	A 6,9 a
Local 2	B 5,4 b	B 5,4 a	A 6,4 a	A 7,1 a
Média	5,7	5,7	6,6	7,0
CV ₁ (%) ²	5,0	CV ₂ (%) ³ 5,6	CV ₃ (%) ⁴ 6,2	

¹Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ²Coeficiente de variação da parcela principal. ³Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁴Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

No teste de condutividade elétrica (Tabela 3), que permite estimar o nível da integridade das membranas celulares, as sementes armazenadas em condições controladas apresentaram a maior condutividade elétrica. Esta diferença na condutividade elétrica pode estar associada ao grau de umidade médio das sementes durante o armazenamento, principalmente no Local 2 de armazenamento aonde a umidade das sementes pode oscilar mas facilmente refletindo nos resultados. Para a lixiviação de potássio das sementes, o local de armazenamento não influenciou na quantidade de potássio lixiviado, apresentando média de 2,25 ppm/g.

Os resultados de condutividade elétrica e lixiviação de potássio apresentaram interação entre o tempo de armazenamento e momento de aplicação de fungicida (Figura 4). Houve redução da condutividade, com o aumento do tempo de armazenamento, independentemente do uso de fungicida. O uso de duas aplicações (em estádio R2 + R4) não se ajustou para nenhuma das equações testadas, mostrando que, para esta variável, apresenta resposta positiva. Os valores de condutividade são correlacionados com a desestruturação das membranas, sendo que os solutos citoplasmáticos, liberados durante a embebição de sementes com membranas danificadas, possuem propriedades eletrolíticas, conduzindo cargas elétricas que podem ser medidas com um condutivímetro, correlacionados com a germinação e o vigor das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

No entanto, os resultados observados mostram comportamento inverso ao preconizado pelo teste, que associa as sementes de maior vigor com a menor condutividade elétrica, bem como observado em diversos trabalhos com diferentes culturas, como para soja (DIAS & MARCOS FILHO, 1996; BARROS & MARCOS FILHO, 1997; VIEIRA et al., 2002), amendoim (VANZOLINI & NAKAGAWA, 2003), feijão (TORRES & BRINGEL, 2005; DUTRA et al., 2006), aveia branca (TUNES et al., 2008), sorgo (MIRANDA et al., 2001), cevada (TUNES et al., 2008) e milho (FARONI et al., 2004; GOTARDO et al., 2001). Para a

cultura do arroz, alguns autores vêm relatando que pode ocorrer uma inversão nos valores de condutividade elétrica, em virtude da hidratação das sementes, que depende da composição química, da permeabilidade do tegumento (BECKERT & SILVA, 2002), espécie, disponibilidade de água, área de contato, temperatura (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), tamanho e forma dos poros e quantidade de cera na epiderme (CALERO et al., 1981). Essa inversão, para as sementes de arroz, pode em parte estar associada à lema e à pálea; pois, além de não permitirem a observação da integridade das sementes, podem influenciar na absorção de água e liberação de lixiviados, desse modo interferindo nos resultados (FRANZIN et al., 2004; PASQUALI, 2005). Bortolotto et al. (2008) estudaram a qualidade fisiológica das cultivares IRGA 417 e IRGA 422CL e concluíram que as sementes menos vigorosas apresentam menor velocidade de hidratação, comparativamente às de maior vigor. Assim a sementes de baixo vigor apresentam menor quantidade de íons na água de embebição.

O tempo de armazenamento reduziu a lixiviação de potássio, mostrando que uma aplicação em estádio R3 ou duas aplicações de fungicida (em estádio R2 + R4) apresentam os menores valores no início do armazenamento. No entanto, a partir do segundo mês, não se observa diferença entre o uso de fungicida. A lixiviação de potássio caracteriza-se por ser um íon inorgânico acumulado em maior quantidade pelas sementes (LOTT et al., 1991), possibilitando avaliar a integridade da membrana das sementes pela liberação de íons durante a embebição. O teste está baseado no mesmo princípio do de condutividade elétrica (VANZOLINI & NAKAGAWA, 2003). É utilizado como indicador da integridade da membrana celular, mostrando ser um índice rápido de avaliação do vigor de sementes de algumas espécies, como algodão (WOODSTOCK et al., 1985), feijão (BARROS et al., 1997), milho (MIGUEL & MARCOS FILHO, 2002), soja (DIAS et al., 1996; CUSTÓDIO & MARCOS FILHO, 1997) e tomate (BARROS et al., 2002). Para o experimento em discussão, os resultados foram inversos ao indicado pela pesquisa, bem como os já apresentados para a condutividade elétrica das sementes. É possível que os testes que avaliam a integridade da membrana das sementes através da condutividade elétrica e da lixiviação de potássio passem a ter comportamentos distintos para a cultura do arroz, em relação às demais culturas, em razão, em partes, pela composição da semente, revestida pela lema e pálea.

Tabela 3- Condutividade elétrica de sementes e lixiviação de potássio das sementes, em função do local de armazenamento das sementes de arroz irrigado. Santa Maria-RS, 2009.

Local de armazenamento	Condutividade elétrica		Lixiviação de potássio ppm/g
	$\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$		
Local 1	56 a ¹		2,25 ^{ns2}
Local 2	52 b		2,25
Média	54		2,25
CV ₁ (%) ³	4,1		2,1
CV ₂ (%) ⁴	2,2		1,2
CV ₃ (%) ⁵	3,8		1,4

¹Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). ²Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ³Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴Coeficiente de variação da sub-parcela. ⁵Coeficiente de variação da sub-sub-parcela.

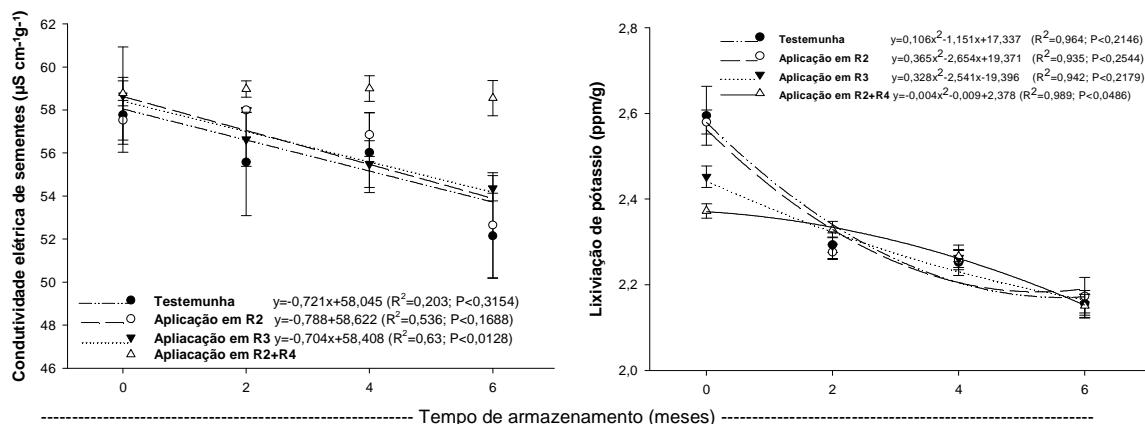


Figura 4- Condutividade elétrica e lixiviação de potássio de sementes de arroz, em função do uso de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na parte aérea das plantas e do local de armazenamento. Santa Maria-RS, 2009.

Para a incidência de fungos associados às sementes de arroz, como *Helminthosporium* spp., *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp., houve interação tripla entre momento da aplicação de fungicida x local de armazenamento x tempo de armazenamento (Figura 5). Para *Helminthosporium* spp. e *Fusarium* spp., a presença destes aumentou com o tempo de armazenamento das sementes de forma geral, e de forma semelhante nos diferentes locais de armazenamento. Quanto ao uso de fungicida, o uso de duas aplicações se mostrou mais eficiente para a redução dos fungos nas sementes, sendo este efeito observado mais

claramente para a incidência de *Helminthosporium* spp. no tratamento testemunha, principalmente para as sementes armazenadas no Local 2.

A incidência do fungo *Aspergillus* spp. aumentou com o tempo de armazenamento. No Local 1, a elevação deste fungo foi em proporções menores, quando comparado com o Local 2. Esse comportamento pode estar diretamente relacionado às condições de armazenamento, pois *Aspergillus* spp. desenvolve-se tanto em substratos com umidade entre 22-23% e UR do ar entre 90-100%, quanto com umidade de 12% e UR do ar de 70-90% (MEDINA et al. 2006). A temperatura é menos restritiva do que a umidade relativa do ar no que diz respeito ao crescimento fúngico e produção de micotoxinas, sendo que a temperatura ótima de crescimento dos fungos encontra-se na faixa de 25 a 28°C (MARKLENDES et al. 2005; SALEEMULLAH et al., 2006). Em parte, a maior incidência de *Aspergillus* spp. nas amostras do Local 2, deve-se as condições de temperatura do ar e umidade relativa do ar (Figura 1) que foram mais favoráveis a propagação deste fungo.

O uso de fungicida, independentemente do momento de aplicação, mostrou-se importante, minimizando os níveis de fungos nas sementes. Para o Local 2, onde se observou maior incidência de *Aspergillus* spp., com o uso de duas aplicações de fungicida houve um aumento na incidência de 13,7% durante o tempo de armazenamento, sendo que para a testemunha (sem aplicação) esse aumento foi de 36,5%. O gênero *Aspergillus* spp. apresenta dominância nas sementes de arroz, como observado por Tonon et al (1997), Lima et al. (2000) e Nunes (2001). Para Garcia et al. (2002), esse gênero tende a aumentar com o período de armazenamento. Esse fungo é apontado como um dos principais agentes de deterioração das sementes.

Para os fungos *Curvularia* spp. e *Epicoccum* spp., não houve interação entre os três fatores em estudo. Foi observada baixa incidência desses fungos nas sementes e não tiveram influência do período de armazenamento. Quanto ao local, as sementes armazenadas no Local 2 apresentaram maior incidência. Para *Epicoccum* spp., o uso de fungicida se mostrou eficiente, principalmente ao realizar-se duas aplicações (dados não mostrados).

Para os fungos dos gêneros *Phoma* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp. e *Nigrospora* spp. (Figura 6), houve interação tripla entre os fatores (momento da aplicação de fungicida x local de armazenamento x tempo de armazenamento). Observou-se um declínio da sobrevivência destes fungos ao longo do tempo do armazenamento, sendo mais evidenciado no Local 1, provavelmente devido às condições controladas de temperatura do ar e umidade relativa do ar. O uso do fungicida apresentou menor incidência de fungos no início do

armazenamento, porém com o avanço deste o efeito do fungicida (independentemente do momento) não apresentou diferenças da testemunha de modo geral.

Para *Nigrospora* spp., observou-se um aumento da incidência durante os primeiros meses de armazenamento, sendo esta mais elevada no Local 2 e no tratamento sem aplicação de fungicida.

Esta elevação da incidência, durante os primeiros meses de armazenamento das sementes, com posterior redução, também foi observada por Macedo et al. (2002), os quais estudaram a influência do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz num período de 12 meses, destacando que, de forma geral, para os “fungos de campo”, a partir do sexto mês, a tendência é estes diminuírem de forma considerável, quando as condições de armazenamento não lhes são favoráveis.

De forma geral, o uso do fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina, na parte aérea das plantas de arroz, mostrou-se eficiente para redução da incidência de fungos associados às sementes. Esse mesmo comportamento foi observado para as demais análises, em razão da qualidade fisiológica das sementes apresentar as melhores respostas ao uso de fungicida. Com o tempo de armazenamento, houve redução da germinação, sendo confirmada pelos testes em análise para potencializar o vigor das sementes, mostrando influência do tempo desse fator, independentemente do local.

Conclusão

- O uso de duas aplicações de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina (em estádio R2 + R4), na parte aérea das plantas de arroz, mantém a germinação e o vigor das sementes elevado, e reduz a incidência de fungos associados às sementes, em razão da manutenção da qualidade das sementes no campo.

- O tempo de armazenamento reduz o vigor e a germinação das sementes, independentemente das condições do armazenamento. A incidência de fungos associados às sementes é menor em local de armazenamento com condições controladas de temperatura e de umidade relativa do ar.

- O tempo de armazenamento eleva o percentual de grãos inteiros.

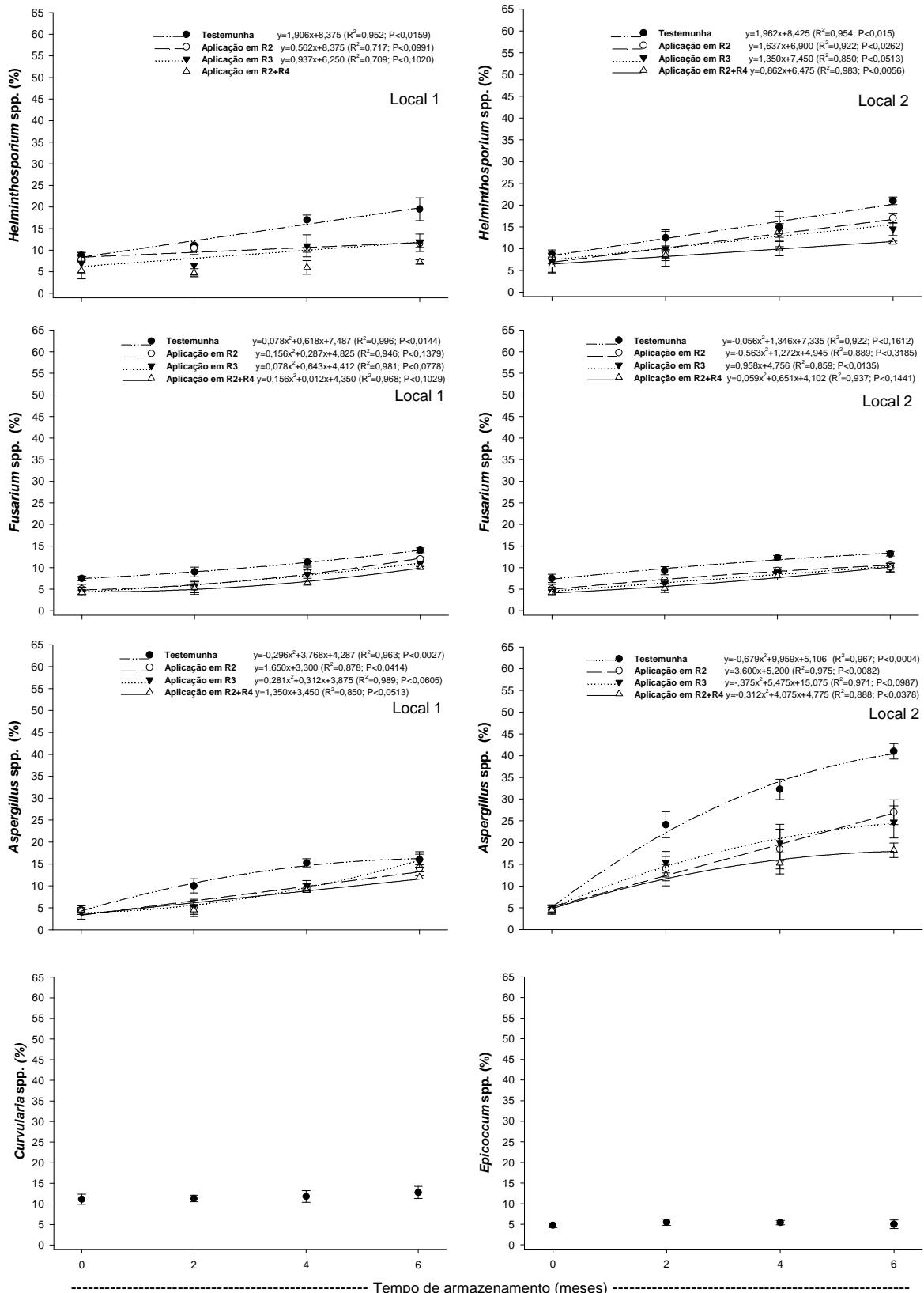


Figura 5- Incidência de *Helminthosporiumoryzae*, *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp. e *Epicoccum* spp., em função do momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina e do local e do tempo de armazenamento das sementes. Santa Maria-RS, 2009.

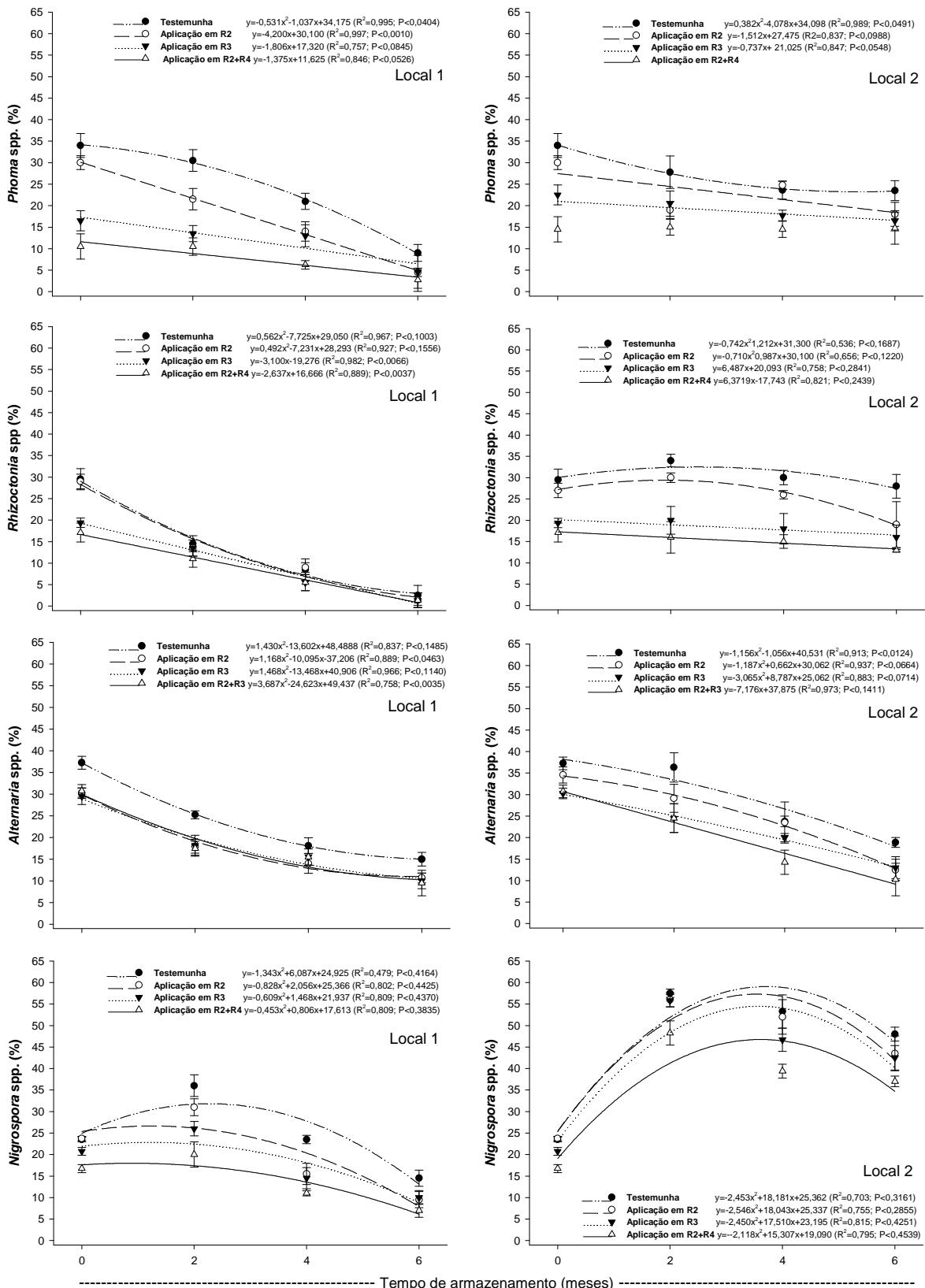


Figura 6- Incidência de *Phoma* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp. e *Nigrospora* spp., em função do momento de aplicação de fungicida com mistura formulada de propiconazol + trifloxistrobina e do local e do tempo de armazenamento das sementes. Santa Maria-RS, 2009.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, E. T. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em silo metálico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 23-30, 2003.
- ASEVEDO, I.G. et al. Influence of temperature and relative humidity in the production of aflatoxins in samples of stored maize, artificially contaminated with *Aspergillus flavus*. **Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 32-37, 1993.
- BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 288-294, 1997.
- BARROS, D.I. et al. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 12-16, 2002.
- BAUDET, L.M.L. **Armazenamento de sementes de Arroz**. Pelotas: Ed. da UFPEL, 1996. 655p.
- BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 61-69, 2002.
- BINOTTI, F.F.S. et al. Qualidade industrial e fisiológica do arroz de terras altas irrigado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 219-226, 2007.
- BIANCHINI, A. **Estudo Comparativo entre Manejos de Secagem e Armazenamento de Arroz na Incidência de Fungos Toxigênicos e Micotoxinas**. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- BORTOLOTTO, R.P. et al. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 991-996, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV-CLAV, 1992. 356 p.
- CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 926-933, 1981.

CAMARGO, E.R. et al. Manutenção da área foliar e produtividade de arroz irrigado com a aplicação de fertilizantes foliares no estádio de emborrachamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1439-1442, 2008.

CANEPELLE, M.A.B. **Influência da embalagem, do ambiente e do período de armazenamento na qualidade de sementes de cebola (Allium cepa)**. 1994. 80 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1994.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CASTRO, E. da M. et al. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. (Circular Técnica, 34).

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, n. 40, p. 436-443, 2000.

CUSTÓDIO, C.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 3, p. 549-564, 1997.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, 1996.

DRUVEFORS, U. Ä.; SCHNÜNRER, J. Mold-inhibitory activity of different yeast species during airtight storage of wheay grain. **FEMS Yeast Research**, Amsterdam, v. 5, n. 4, p. 373-378, 2005.

DUTRA, A.S.; FILHO, S.M.; FILO, E.M. Condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 37, n. 2, p. 166-170, 2006.

FARONI, L.R.A. et al. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 3, p. 193-201, 2005.

FIGUEIRÊDO, R.M.F.; MATA, M.E.R.M.C.; QUEIROGA, V.P. Germinação e vigor de sementes de arroz armazenadas em diferentes tipos de embalagem em três microrregiões do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 84-89, 1998.

FRANZIN, S.M. et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004.

GARCIA, M. J. M. et al. Sucessão de espécies de fungos em milho armazenado em sistema aerado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 14-22, 2002.

GOTARDO, M.; VIEIRA, R.D.; PEREIRA, A.M.A. teste de condutividade elétrica em sementes de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 277, p. 333-340, 2001.

HARRINGTON, J.F. Drying, storage and packaging: present status and future needs. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 14., 1971, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: Mississippi State University, 1971. p.133-139.

HÖELTZ, M. **Estudo da influência de manejos pós-colheita na incidência de fungos e micotoxinas no arroz (*Oryza sativa L.*)**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e teste**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LAGO, I. et al. Estimativa da temperatura base do subperíodo emergência-diferenciação da panícula em arroz cultivado e arroz vermelho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 288-295, 2009.

LIMA, C. A. P. et al. Mycoflora and aflatoxigenic species in derivatives of milled rice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 37-39, 2000.

LOTT, J.N.A.; CAVDEK, V.; CARSON, J. Leakage of K, Mg, Cl, Ca and Mn from imbibing seeds grains and isolated seed parts. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 1, p .229-33, 1991.

MACEDO, E.C. et al. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 42-50, 2002.

MARZARI, V. et al. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. II. Qualidade de grãos e sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 936-941, 2007.

MARCOS FILHO, M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARKLINDER, I. et al. Consumer's ability to discriminate aflatoxin-contaminated Brazil nuts. **Food Additives and Contaminants**, Sidney, v. 22, p. 54-64, 2005.

MEDINA, A. et al. Survey of the mycobiota of Spanish malting barley and evaluation of the mycotoxin producing potential of species of *Alternaria*, *Aspergillus* and *Fusarium*. **International Journal Food Microbiology**, Amsterdam, v. 108, p. 196-203, 2006.

MIGUEL, M.V.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 315-319, 2002.

MIRANDA, D.M. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 226-231, 2001.

MOLINIÉ, A. et al. Analysis of some breakfast cereals on the French market for their contents of ochratoxin A, citrinin and fumonisin B1: development of a method for simultaneous extraction of ochratoxin A and citrinin. **Food Chemistry**, London, v. 92, n. 3, p. 391-400, 2005.

NUNES, I. L. **Micotoxinas, micoflora e seu potencial toxigênico em arroz destinado ao consumo humano**. 2001. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2001.

PASQUALI, L.L. **Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionária**. 2005. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

POMMEL, B. et al. Carbon and nitrogen allocation and grain filling in three maize hybrids differing in leaf senescence. **Journal of Agronomy**, Cairo, v. 24, p. 203-211, 2006.

RIBEIRO, G.J. et al. Efeitos do atraso na colheita e do período de armazenamento sobre o rendimento de grãos inteiros de arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1021-1030, 2004.

SALEEMULLAH, A.I. et al. Aflatoxin contents of stored and artificially inoculated cereals and nuts. **Food Chemistry**, London, v. 98, p. 699-703, 2006.

SILVA, J.C. et al. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 2007. 161 p.

TONON, S. A. et al. Mycoflora of paddy and milled rice produced in the region of Northeastern Argentina and Southern Paraguay. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 37, p. 231-235, 1997.

TORRES, S.B.; BRINGEL, J.M.M. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-macassar. **CAATINGA**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 88-92, 2005.

TUNES, L.M. et al. Testes de vigor em sementes de aveia branca. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 94-106, 2008.

TUNES, L.M. et al. Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare L.*) **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 321-326, 2008.

VALARINI, P. J.; VECCHIATO, M. H.; LASCA, C. C. Sobrevivência de fungos associados a sementes de arroz (*Oryza sativa*) em duas condições de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 173-176, 1990.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 7-12, 2003.

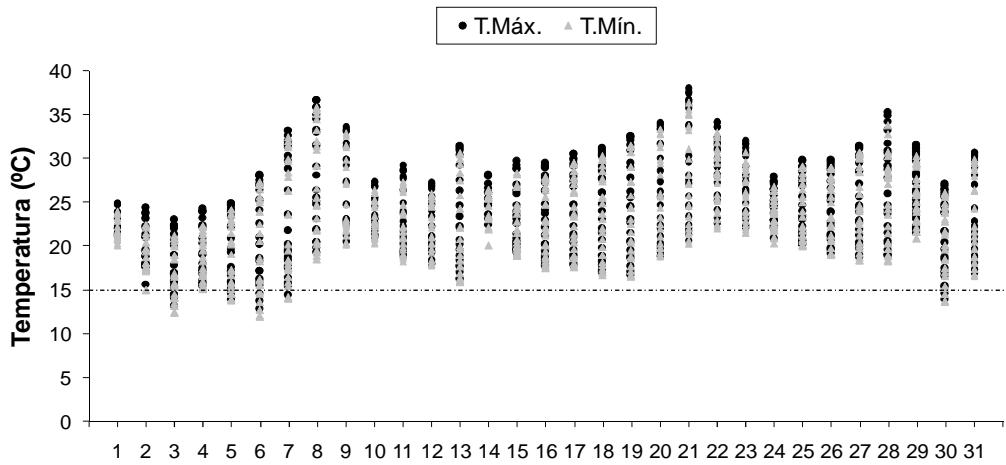
VIEIRA, A.R. et al. Dormência e qualidade fisiológica de sementes de arroz armazenadas em diferentes regiões do estado de minas gerais. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 33-44, 2002.

VIEIRA, R.D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

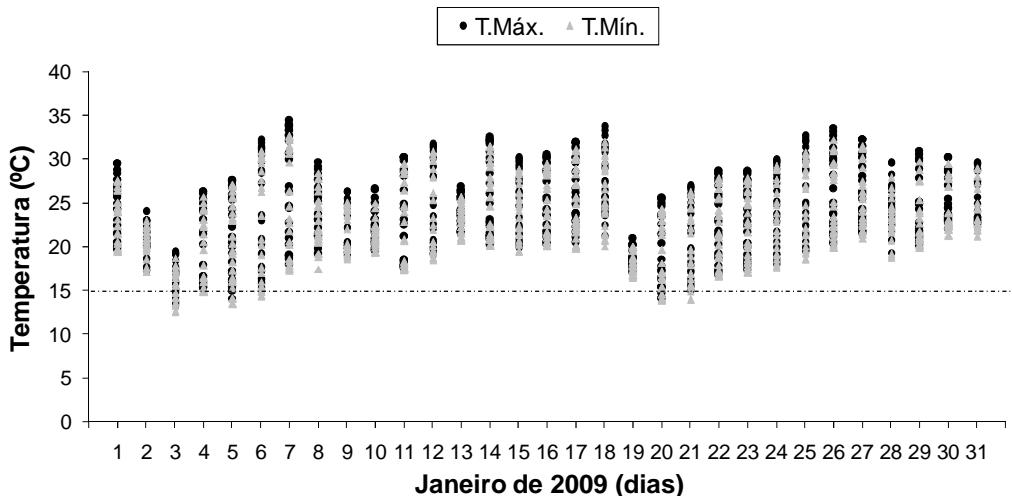
WOODSTOCK, L.W.; FURMAN, K.; LEFFLER, H.R. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism, and mineral leaching from cotton seeds. **Crop Science**, Madison, v. 25, p. 459-466, 1985.

ZHOUT, Z. et al. Ageing of Stored Rice: Changes in Chemical and Physical Attributes. **Journal of Cereal Scienc**, London, v. 35, n. 4, p. 65-78, 2002.

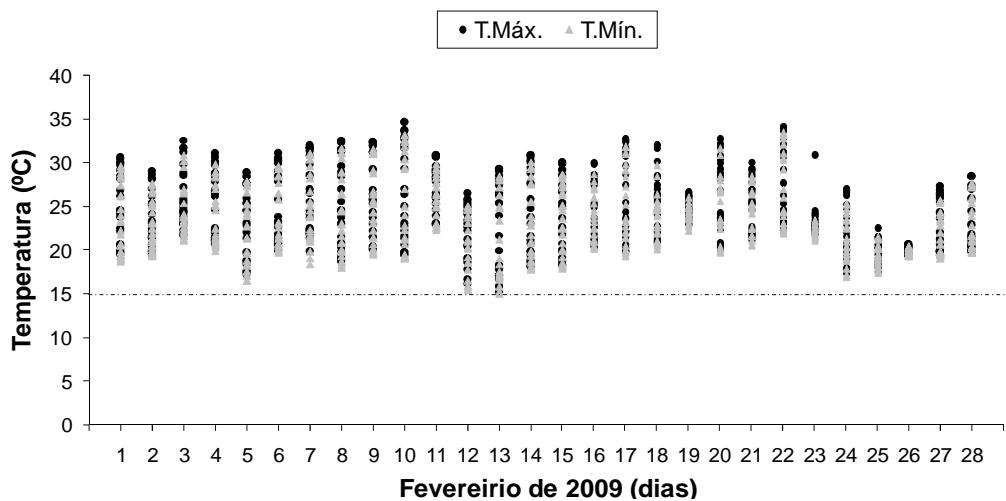
ANEXOS



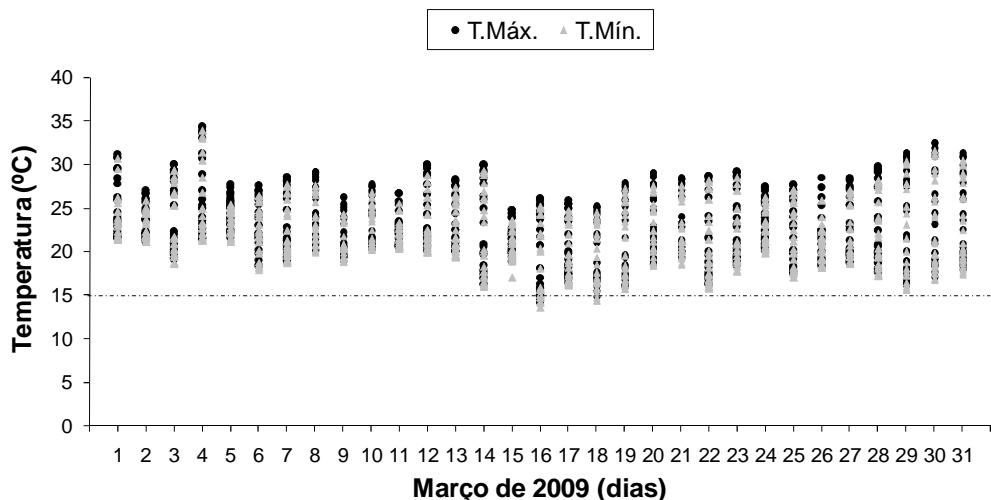
Anexo I- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de dezembro de 2008. Santa Maria-RS, 2009.



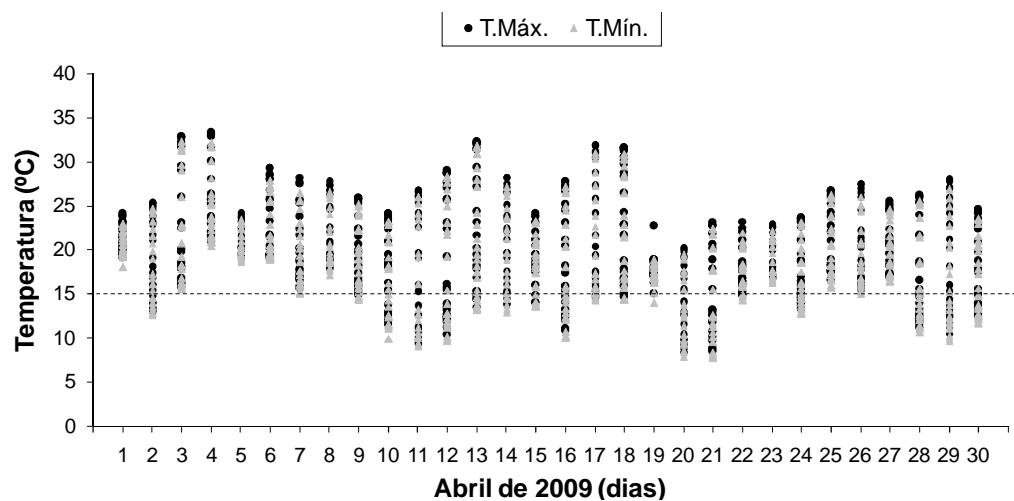
Anexo II- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de janeiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



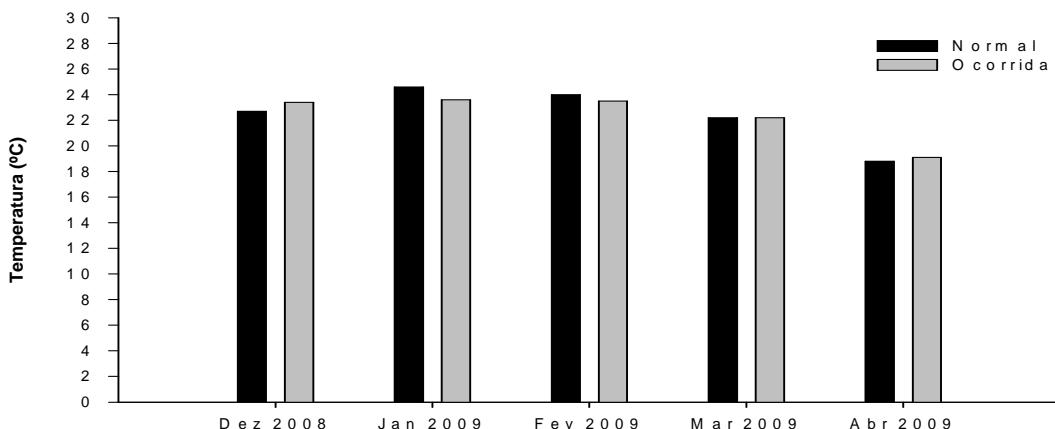
Anexo III- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de fevereiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



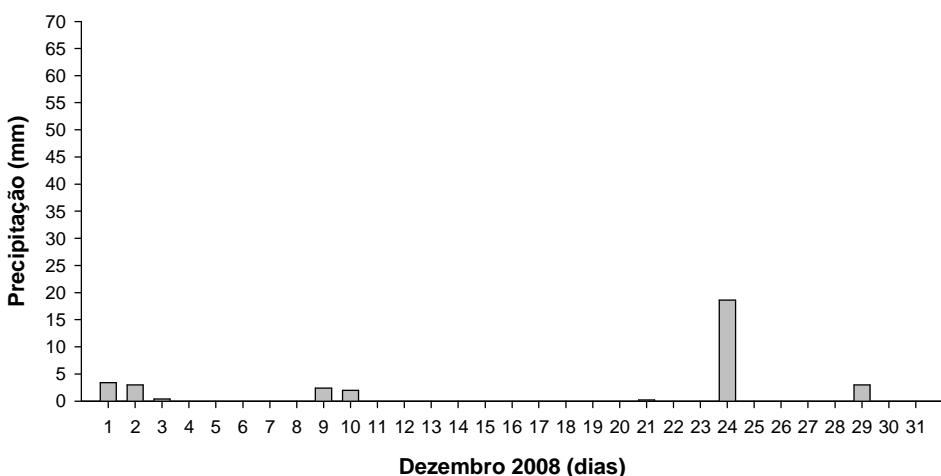
Anexo IV- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de março de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



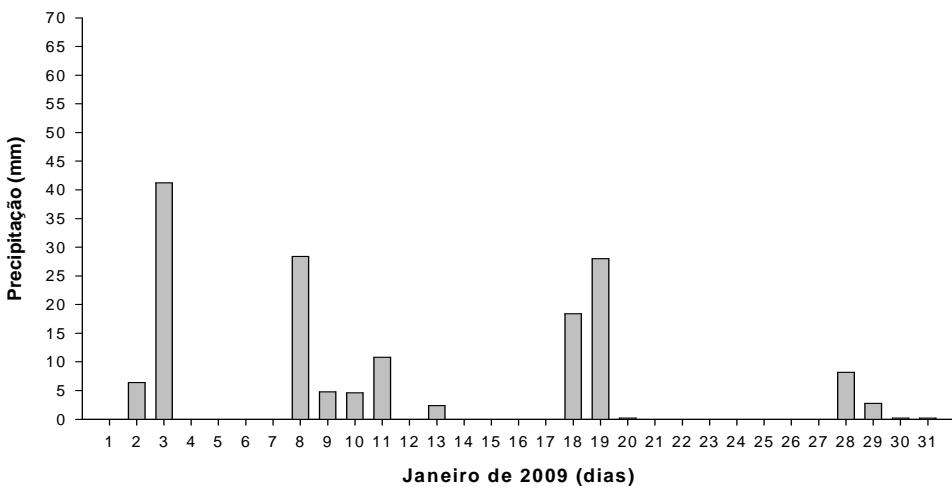
Anexo V- Temperaturas mínimas e máximas ocorridas no mês de abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



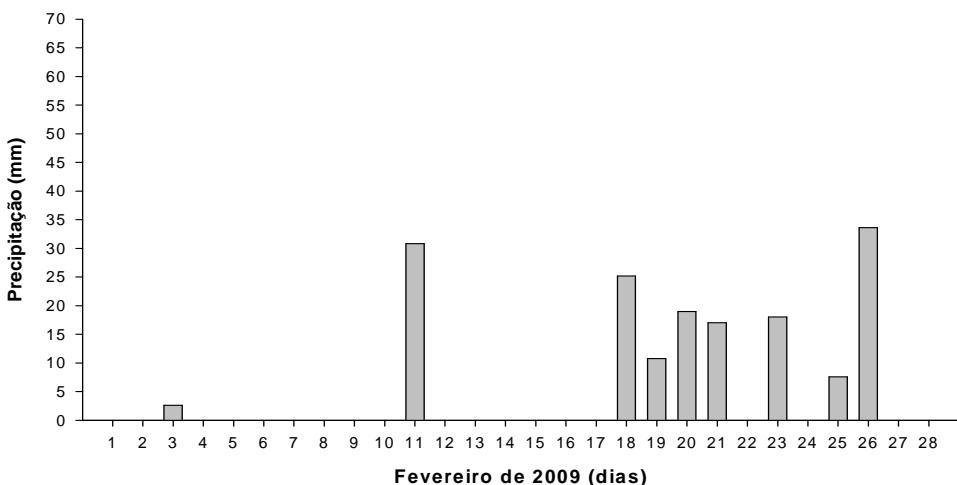
Anexo VI- Temperatura mensal normal e ocorrida durante os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. Santa Maria-RS. 2009.



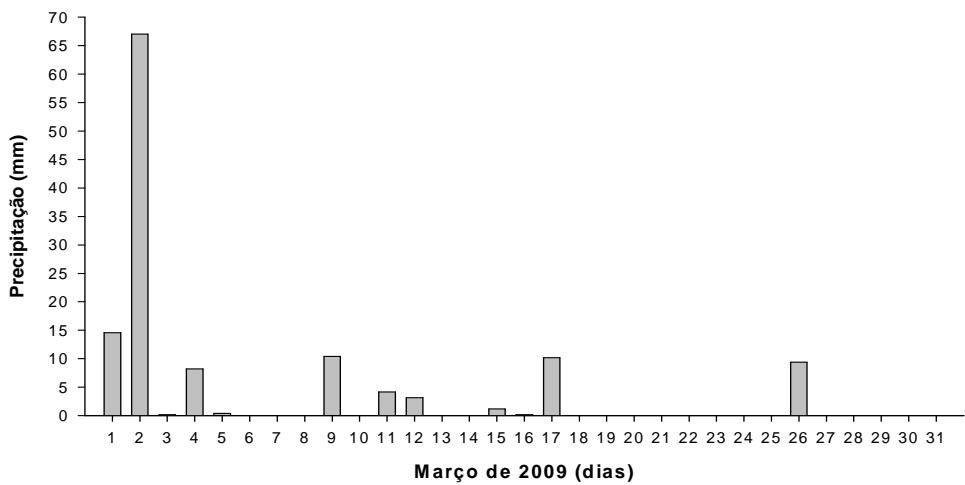
Anexo VII- Precipitação pluvial do mês de dezembro de 2008. Santa Maria-RS, 2009.



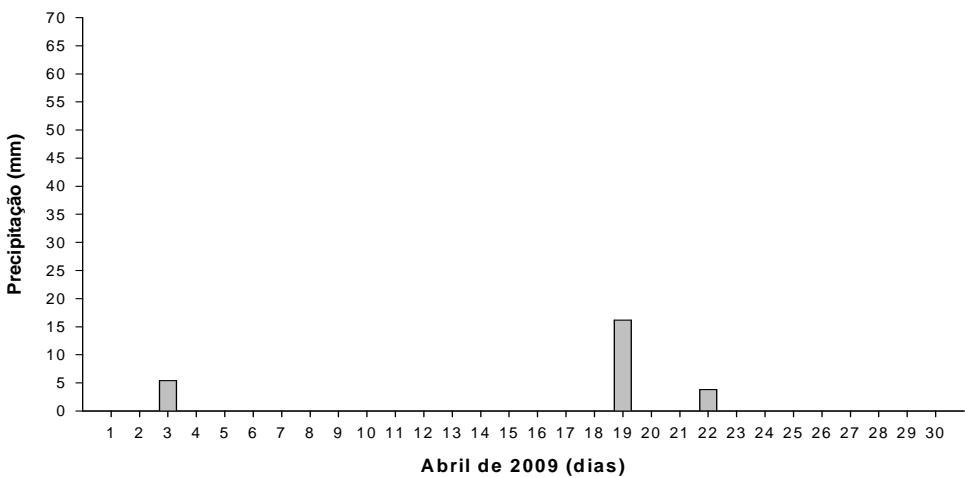
Anexo VIII- Precipitação pluvial do mês de janeiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



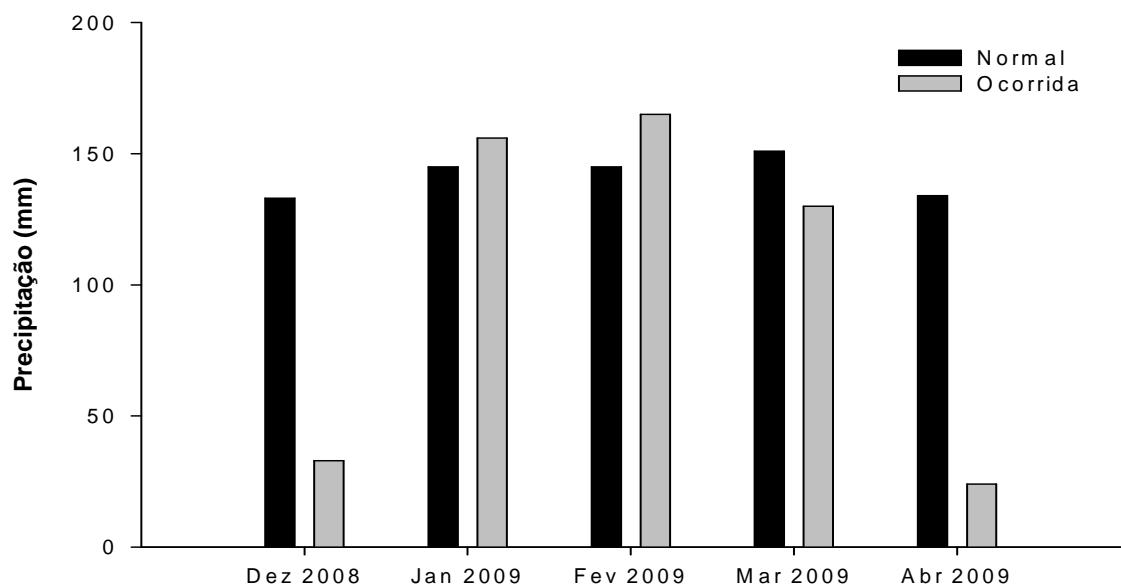
Anexo IX- Precipitação pluvial do mês de fevereiro de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



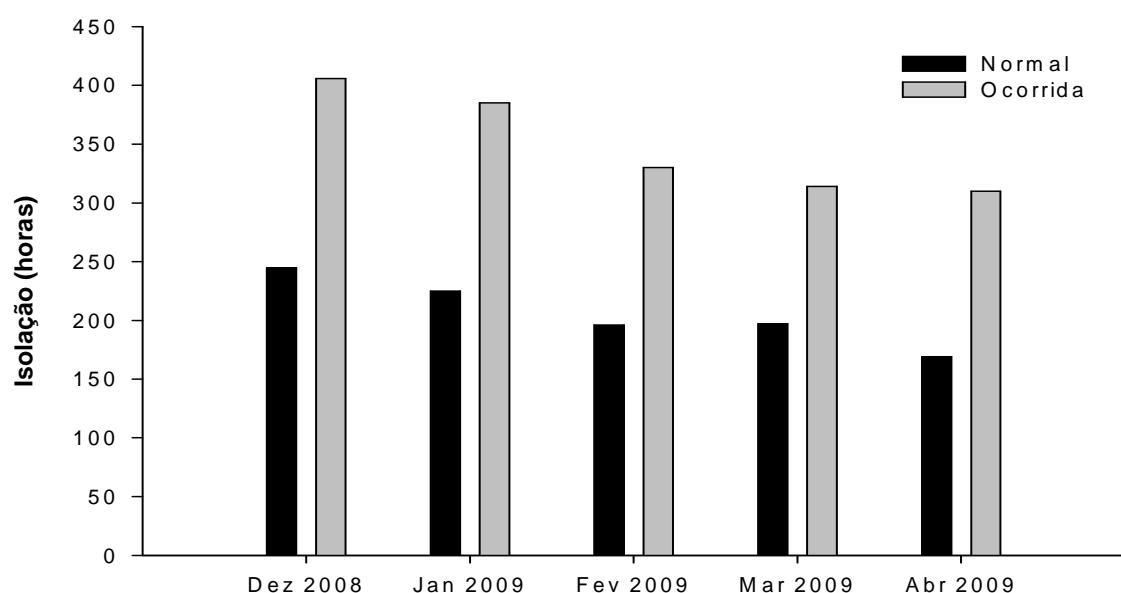
Anexo X- Precipitação pluvial do mês de março de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



Anexo XI- Precipitação pluvial do mês de abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



Anexo XII- Precipitação mensal normal e ocorrida durante os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009.



Anexo XIII- Insolação mensal normal e ocorrida durante os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. Santa Maria-RS, 2009.