

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

**MANEJO DE NITROGÊNIO E TRATAMENTO
QUÍMICO SOBRE A OCORRÊNCIA DE *Tilletia*
barclayana EM ARROZ IRRIGADO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carla Rejane Zemolin

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**MANEJO DE NITROGÊNIO E TRATAMENTO QUÍMICO
SOBRE A OCORRÊNCIA DE *Tilletia barclayana* EM
ARROZ IRRRIGADO**

por

Carla Rejane Zemolin

Dissertação apresentada ao 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 de grau de
Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Ivan Francisco Dressler da Costa

Santa Maria, RS, Brasil

2009

Z53m

Zemolin, Carla Rejane, 1982-

Manejo de nitrogênio e tratamento químico sobre a ocorrência de *Tilletia barclayana* em arroz irrigado / por Carla Rejane Zemolin ; orientador Ivan Francisco Dressler da Costa . - Santa Maria, 2009.
66 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2009.

1. Agronomia 2. Arroz irrigado 3. Cárie-do-arroz 4. Solução fungicida 5. Época de aplicação 6. Adubação nitrogenada I. Costa, Ivan Francisco Dressler da, orient. II. Título

CDU: 633.18.03

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2009

Todos os direitos autorais reservados a Carla Rejane Zemolin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Av. Roraima, Depto de Defesa Fitossanitária, prédio 42, sala 3225. Bairro Camobi, Santa Maria, RS, 97105-900.

Fone: (55) 3220-8015 ou (55) 9947-7168. E-mail: carlazemolin@yahoo.com.br

**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

**MANEJO DE NITROGÊNIO E TRATAMENTO QUÍMICO SOBRE A
OCORRÊNCIA DE *Tilletia barclayana* EM ARROZ IRRIGADO**

elaborada por
Carla Rejane Zemolin

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr.
(Presidente/Orientador)

Luis Antonio de Avila, Ph.D. (UFSM)

José Domingos Jacques Leão, Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, 19 de fevereiro de 2009.

DEDICATÓRIA

À minha família: JOECI CARLOS (pai), ODETE (mãe), RAQUELINE (madrasta) e KARLA LISIANE (irmã) pelo carinho, afeto, respeito e compreensão, sem os quais não teria conseguido realizar mais esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTO

A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, especialmente ao DEPARTAMENTO DE DEFESA FITOSSANITÁRIA, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Professor IVAN FRANCISCO DRESSLER DA COSTA, pela orientação, pela oportunidade, amizade e exemplo de profissionalismo.

Aos membros do Comitê de Orientação, RICARDO SILVEIRO BALARDIN e LUIS ANTONIO DE AVILA pelas sugestões, críticas e contribuições prestadas na melhoria deste trabalho.

Aos demais professores do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA da UFSM pelo aprendizado e amizade.

Ao meu namorado LEANDRO NASCIMENTO MARQUES pelo constante incentivo, amor, esforço e compreensão recebidos.

Aos meus amigos de Pós-graduação, em especial CAROLINE, DANIELE E TÂNIA pelo incentivo, carinho e pelas horas de descontração proporcionadas.

Aos funcionários FERNANDO, ZILMA, ANGELITA, JORGE e MARIZETE do Departamento de Defesa Fitossanitária pelo apoio prestado.

Aos bolsistas de iniciação científica, colegas e estagiários da Clínica Fitossanitária: GIUVAN, MAURÍCIO, ADRIANO, DOUGLAS, CEZAR e MAIQUEL pela amizade e colaboração na condução dos experimentos, sem os quais seria impossível realizar o trabalho proposto.

À DOW AGROSCIENCES pelo apoio concedido.

Enfim, a todos aqueles não relacionados, mas que direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito do trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

*“A verdadeira profissão do homem é encontrar o
caminho para si mesmo.”*

(Hermann Hesse)

RESUMO GERAL

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

MANEJO DE NITROGÊNIO E TRATAMENTO QUÍMICO SOBRE A OCORRÊNCIA DE *Tilletia barclayana* EM ARROZ IRRIGADO

AUTOR: CARLA REJANE ZEMOLIN
ORIENTADOR: IVAN FRANCISCO DRESSLER DA COSTA
DATA E LOCAL DA DEFESA: SANTA MARIA, 19 DE FEVEREIRO DE 2009

Este trabalho teve por objetivo descrever a biologia e o manejo de *Tilletia barclayana*, determinar os efeitos de diferentes doses de adubação nitrogenada sobre a incidência e severidade da cárie-do-arroz na cultura do arroz irrigado, avaliar os danos provocados à cultura, determinar a eficiência de ingredientes ativos em relação ao controle do patógeno e a melhor época de aplicação dos mesmos. Para isto foram conduzidos dois experimentos no município de Dona Francisca-RS na safra agrícola 2007/08, utilizando a cultivar IRGA 422 CL. O experimento 1, com a dose de 108 kg de N ha⁻¹ e o experimento 2, 135 kg de N ha⁻¹, sendo aplicadas em ambos experimentos quatro doses de Miclobutanil (75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a) e uma dose de Trifloxistrobina e Propiconazol (93,75+93,75 g ha⁻¹ de i.a). Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa entre as duas doses de N para as variáveis produtividade, renda do benefício, rendimento de grãos inteiros e massa de mil grãos. As variáveis incidência de *T. barclayana*, grãos cariados e esterilidade de espiguetas apresentaram maior média sob aplicação de 135 kg de N ha⁻¹. Já as variáveis grãos sadios e rendimento de grãos quebrados apresentaram médias superiores com a aplicação de 108 kg de N ha⁻¹. O controle em R₃ mostrou-se mais eficiente em relação ao controle em R₄ em ambos os experimentos. Com relação aos ingredientes ativos, observou-se no experimento 1, melhor eficiência da mistura formulada de Trifloxistrobina e Propiconazol na dose de 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a para a variável incidência e rendimento de grãos inteiros. No experimento 2 observou-se maior média de grãos sadios, menor média de esterilidade de espiguetas sob aplicação da solução fungicida Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a. Para as médias rendimento de grãos inteiros e massa de mil grãos foi observada melhor resultado com aplicação de Miclobutanil 300 g ha⁻¹ de i.a.

Palavras-chave: cárie-do-arroz; soluções fungicidas; época de aplicação; adubação nitrogenada.

ABSTRACT GENERAL

Master Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

NITROGEN MANAGEMENT AND CHEMICAL TREATMENT ON THE OCCURRENCE OF *Tilletia barclayana* IN IRRIGATED RICE

AUTHOR: CARLA REJANE ZEMOLIN
ADVISER: IVAN FRANCISCO DRESSLER DA COSTA
DATE AND PLACE OF EXAMINATION: SANTA MARIA, FEBRUARY, 19TH, 2009

This study had the objective of to describe the biology and management of the *Tilletia barclayana*, determine the effects of different rates of nitrogen topdressing application on the incidence and severity of kernel smut on irrigated rice, to assess the level of crop damage, and to determine the effectiveness of fungicide applied in different rice stages. To achieve these objectives, it was conducted two field experiments at Dona Francisca City, Rio Grande do Sul state, in the 2007/08 growing season, using the IRGA 422 CL cultivar. The Experiment 1, using rates of 108 kg ha⁻¹ and Experiment 2, 135 kg ha⁻¹ N, being applied in both experiments four rates of Miclobutanil (75,150, 225 e 300 g ha⁻¹ de a.i.) and one rate of Trifloxistrobina e Propiconazole (93,75+93,75 g ha⁻¹ de a.i.). The results showed that there was no significant difference between the two N rates for grain yield, milling yield, whole grains and mass of thousand grains. The kernel smut incidence, number of infected grains and sterility of spikelets had the higher average under application of 135 kg ha⁻¹ N. On the other hand, the amount of healthy grain and yield of broken grain had higher values with the application of 108 kg ha⁻¹ N. The fungicide application in R₃ proved to be more efficient when compared to the R₄ application in both experiments. In regards to the active ingredients, it was observed in Experiment 1, higher efficiency of Trifloxystrobin and Propiconazole 93, 75 + 93, 75 g ha⁻¹ a.i. for the variable incidence and grain yield. In Experiment 2 was a higher average of variable healthy grain, lower average of sterility of spikelets under application of Myclobutanil 75 g ha⁻¹ a.i. For the average yield whole grain yield and mass of thousand grains had better result with application of Myclobutanil 300 g ha⁻¹ a.i.

Keywords: kernel smut of rice; fungicides solutions; season of application; nitrogen fertilizer

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Teliósporos de <i>Tilletia barclayana</i>	19
FIGURA 2 Detalhe da panícula com espiguetas infectadas por <i>T.barclayana</i>	21
FIGURA 3 Endosperma transformado em massa de teliósporos.....	22
FIGURA 4 Vista da área experimental no município de Dona Francisca, RS. 2007.....	38
FIGURA 5 Médias de umidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C) para o período compreendido entre os estádios R ₃ e R ₄ . Dona Francisca, RS. 2008..	46
FIGURA 6 Temperaturas máximas e mínimas do ar (°C) para o período compreendido entre os estádios R ₃ e R ₄ . Dona Francisca, RS. 2008.....	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Condições ambientais durante a aplicação dos tratamentos fungicidas, Dona Francisca, RS. 2007.....	40
TABELA 2 Efeito da aplicação de soluções fungicidas sobre a incidência <i>Tilletia barclayana</i> (Incidência) em %; rendimento de grãos inteiros (RGI), em % e, rendimento de grãos quebrados (RGQ), em %. Dona Francisca, RS. 2008.....	44
TABELA 3 Efeito da época de aplicação das soluções fungicidas para a variável rendimento de grãos inteiros (RGI), em %. Dona Francisca, RS. 2008	45
TABELA 4 Efeito da aplicação das soluções fungicidas sobre as variáveis grãos sadios (GS) em %; esterilidade de espiguetas (EE) em %; rendimento de grãos inteiros (RGI), em %, renda do benefício (RB), em % e, massa de mil grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.....	49
TABELA 5 Comparação de médias do efeito principal do fator D (Época de aplicação das soluções fungicidas), pelo teste de Tukey, para a variável: rendimento de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ), em % e renda do benefício (RB), em %. Dona Francisca, RS. 2008.....	50
TABELA 6 Efeito das soluções fungicidas dentro de cada nível do Fator B (Época de aplicação das soluções fungicidas), para a variável renda do benefício (RB), em %. Dona Francisca, RS. 2008.....	51
TABELA 7 Média geral e valores de t calculado para a comparação de duas amostras independentes (108 e 135 kg ha ⁻¹), para as variáveis incidência de <i>Tilletia barclayana</i> (Incidência); grãos cariados (GC) em %; grãos sadios (GS) em %; esterilidade de espiguetas (EE) em %; produtividade de grãos (PROD), em kg ha ⁻¹ ; rendimento de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ), em %; renda do benefício (RB), em %; e, massa de mil grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.....	53

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Escala de desenvolvimento do arroz irrigado adaptada de COUNCE et al. 2000.....	61
--	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: incidência de <i>Tilletia barclayana</i> (Incidência); grãos cariados (GC); grãos sadios (GS); espiguetas estéreis (EE). Dona Francisca, RS. 2008.....	63
APÊNDICE 2 Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: produtividade de grãos (PROD), em kg ha ⁻¹ ; rendimento de engenho de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de engenho de grãos quebrados (RGQ), em %; renda do benefício (RB) em %; e, massa de 1000 grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.....	64
APÊNDICE 3 Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: incidência de <i>Tilletia barclayana</i> (Incidência); grãos cariados (GC); grãos sadios (GS); espiguetas estéreis (EE). Dona Francisca, RS. 2008.....	65
APÊNDICE 4 Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: produtividade de grãos (PROD), em kg ha ⁻¹ ; rendimento de engenho de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de engenho de grãos quebrados (RGQ), em %; renda do benefício (RB), em %; e, massa de 1000 grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.....	66

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	14
CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA: <i>Tilletia barclayana</i>: BIOLOGIA E MANEJO EM ARROZ IRRIGADO.....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	17
1.1 Introdução.....	18
1.2 Biologia do fungo <i>Tilletia barclayana</i>.....	19
1.3 Fatores que interferem no progresso da doença.....	23
1.3.1 Nitrogênio.....	23
1.3.2 Resistência Genética.....	24
1.3.3 Época de Semeadura.....	25
1.3.4 Tratamento de Sementes.....	26
1.3.5 Controle Químico.....	26
1.4 Conclusões.....	28
1.5 Referências Bibliográficas.....	29
CAPÍTULO II - MANEJO DE NITROGÊNIO E TRATAMENTO QUÍMICO SOBRE A OCORRÊNCIA DE <i>Tilletia barclayana</i> EM ARROZ IRRIGADO.....	34
Resumo.....	34
Abstract.....	35
2.1 Introdução.....	36
2.2 Material e Métodos.....	37
2.2.1 Local.....	37
2.2.2 Solo e Clima.....	38
2.2.3 Tratos culturais realizados na área de estudo.....	38
2.2.4 Aplicação dos tratamentos.....	39
2.2.5 Experimentos.....	40
2.2.5.1 Variáveis analisadas na parcela principal e subparcelas.....	40
2.2.5.2 Variáveis respostas analisadas.....	41
2.2.5.3 Análise estatística.....	42

2.3 Resultados e Discussão.....	42
2.4 Conclusões.....	54
2.5 Referências Bibliográficas.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS INTRODUÇÃO GERAL.....	59
ANEXOS.....	60
APÊNDICES.....	62

INTRODUÇÃO GERAL

O arroz é considerado um dos alimentos mais importantes do globo devido ao grande número de pessoas que dele faz uso. No Brasil, juntamente com o milho e o feijão, ele constitui base da alimentação de grande parte da população (PEREIRA, 1996). Difundido largamente no país, o arroz é cultivado praticamente em todos os estados e consumido por todas as classes sociais. (GOMES et al., 2004).

A produtividade desta cultura é considerada alta do estado do Rio Grande do Sul, sendo este responsável pela produção de 6.419.300 toneladas de grãos na safra 2006/07 (IBGE, 2008). Esta produtividade poderia ser maior, porém, a cultura é afetada por diversos fatores, sendo as doenças fúngicas responsáveis por danos que variam entre 20 e 50% na produtividade das lavouras no Rio Grande do Sul (BALARDIN; BORIN, 2001).

Dentre estas doenças, a brusone (*Magnaporthe grisea*), a queima foliar (*Microdochium oryzae*), a mancha parda (*Bipolaris oryzae*), a mancha das bainhas (*Rhizoctonia oryzae*) e a mancha de alternaria (*Alternaria* sp.), são responsáveis pela maioria das perdas (RIBEIRO, 1985). Outra doença capaz de gerar perdas significativas na produção é a cárie-do-arroz (*Tilletia barclayana*), que infecta as espiguetas das panículas do arroz irrigado. Sua incidência está associada a alguns fatores, como umidade relativa do ar acima de 85%, temperatura acima de 25° C durante a antese, adubação nitrogenada em doses elevadas e suscetibilidade varietal (COSTA; LENZ, 2006). Experimentos conduzidos na região Central do Rio Grande do Sul na safra 2004/05 contabilizaram perdas de 10 a 40% na produtividade da cultura devido à incidência da cárie-do-arroz (COSTA; LENZ, 2006).

As estratégias de controle cultural para esta doença envolvem o uso de resistência varietal, adubação nitrogenada equilibrada, sementes isentas do patógeno, semeadura dentro da época recomendada e aplicação de fungicidas (JISKANI, 2001).

Sabe-se que o fungo *Tilletia barclayana* tem seu desenvolvimento favorecido em plantas bem nutridas, porém não é conhecida a dose de nitrogênio que influencia o seu desenvolvimento, tampouco qual o ingrediente ativo e dose correta apresentam controle sobre o patógeno.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo: capítulo I: descrever a biologia e o manejo de *Tilletia barclayana* na cultura do arroz irrigado e capítulo II: determinar os efeitos de diferentes doses de adubação nitrogenada sobre a incidência e severidade de cárie-do-arroz na cultura do arroz irrigado, avaliar os danos provocados à cultura, determinar a eficiência de ingredientes ativos em relação ao controle de *T. barclayana*, e ainda verificar qual a melhor época de aplicação dos tratamentos fungicidas.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: *Tilletia barclayana*: BIOLOGIA E MANEJO EM ARROZ IRRIGADO

RESUMO

A cárie-do-arroz (*Tilletia barclayana*), doença considerada secundária na cultura do arroz irrigado, vem ganhando importância nos últimos anos, devido aos níveis elevados de infestação e redução do rendimento. A doença é favorecida por temperatura e umidade do ar elevadas, doses altas de nitrogênio e semeadura tardia. Para o manejo recomenda-se uso de resistência varietal (cultivares de grão curto), semeadura na época recomendada, adubação nitrogenada equilibrada e controle químico.

Palavras chave: *Oryza sativa*; cárie-do-arroz; *Tilletia barclayana*.

Tilletia barclayana: **BIOLOGY AND MANAGEMENT IN IRRIGATED RICE**

Abstract

The kernel smut of rice (*Tilletia barclayana*), which was considered as a secondary disease in the irrigated rice, has been gaining importance lately on account to the high levels of infestation and income reduction. The disease is stoked up by sunshine radiation, constant rainfalls; high temperature, air humidity, nitrogen doses and late sowing. For its manipulation is recommended the use of cultivating resistance, sowing at the recommended time, balanced nitrogen fertilization and chemical control.

Keywords: *Oryza sativa*; kernel smut of rice; *Tilletia barclayana*.

1.1 Introdução

O arroz é um dos principais componentes da dieta do brasileiro, sendo a região Sul do Brasil, uma importante região orizícola, a qual foi responsável pela produção de 7.560.895 ton. de grãos e o Rio Grande do Sul (RS), principal estado produtor, por 6.419.300 ton. de grãos, em uma área de 954,4 mil ha na safra 2006/2007 (IBGE, 2008).

Esta produtividade poderia ser mais elevada, porém, fatores bióticos e abióticos limitam este crescimento. Dentre estes, encontram-se as doenças, as quais incidem na cultura e provocam perdas na produtividade das lavouras. Entre estas doenças têm se destacado a cárie-do-arroz, a qual ataca as espiguetas das panículas do arroz irrigado e tem ocorrência freqüente nos países da Ásia, no Sul dos Estados Unidos e no Brasil (Del PONTE, 2008). No Brasil a presença deste fungo já foi verificada nos estados do Ceará, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul sendo que nos dois primeiros a ocorrência é menos pronunciada e no RS, nas últimas safras, teve ocorrência praticamente em todas as áreas produtoras de arroz irrigado (Del PONTE 2008). Perdas de 10 a 40% na produtividade da cultura foram observadas em experimentos conduzidos na safra 2004/05 (COSTA; LENZ, 2006).

Estudos da situação da cárie-do-arroz indicam que, embora ainda considerada uma doença secundária tem ganhado importância nos últimos anos (RAM et al., 1998). Esta doença ocasionou danos na cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul na safra 2005/06, causando perdas de até 40% em rendimento e qualidade de grãos principalmente em cultivares como IRGA 417 e IRGA 422 CL (COSTA; LENZ, 2006).

A presente revisão tem como objetivo descrever a biologia e o manejo de *Tilletia barclayana* na cultura do arroz irrigado, visando disponibilizar mais informações para a redução das perdas, tanto na produtividade quanto na qualidade dos grãos, causadas por este patógeno.

1.2 Biologia do fungo *Tilletia barclayana*

O fungo *Tilletia barclayana* (Bref.) Sacc. & Syd teve a sua primeira descrição feita em 1896, por Takahashi, com a denominação *Tilletia horrida* (OU, 1985). Anderson (1902) concordou com o nome de *T. horrida* e posteriormente, em 1944, foi classificado em outro gênero com o nome de *Neovossia horrida* (Tak.) Padwick & Azmat. Khan. Atualmente, muitos autores denominam de *Neovossia horrida* (LU; CHEN, 1993; HARADA et al., 1994).

Tilletia barclayana de acordo com Castlebury et al. (2005) é um fungo pertencente ao grupo dos Basidiomicetos, da ordem Tilletiales e gênero *Tilletia*. Este patógeno normalmente forma esporos como teliósporos e basidiósporos e desenvolve micélio monocariótico (primário) e dicariótico (secundário), formam também estruturas do tipo soro, que contém os teliósporos (BEDENDO, 1995).

Os teliósporos são unicelulares, binucleados, possuem forma arredondada medindo 18-23 μm de diâmetro, parede celular relativamente compacta (CARRIS et al., 2006), podendo ser lisa ou ornamentada (BEDENDO, 1995) às vezes apresentando curto apêndice hialino densamente coberto por espículos pontiagudos (figura 1) (WEBSTER; GUNNELL, 1992).

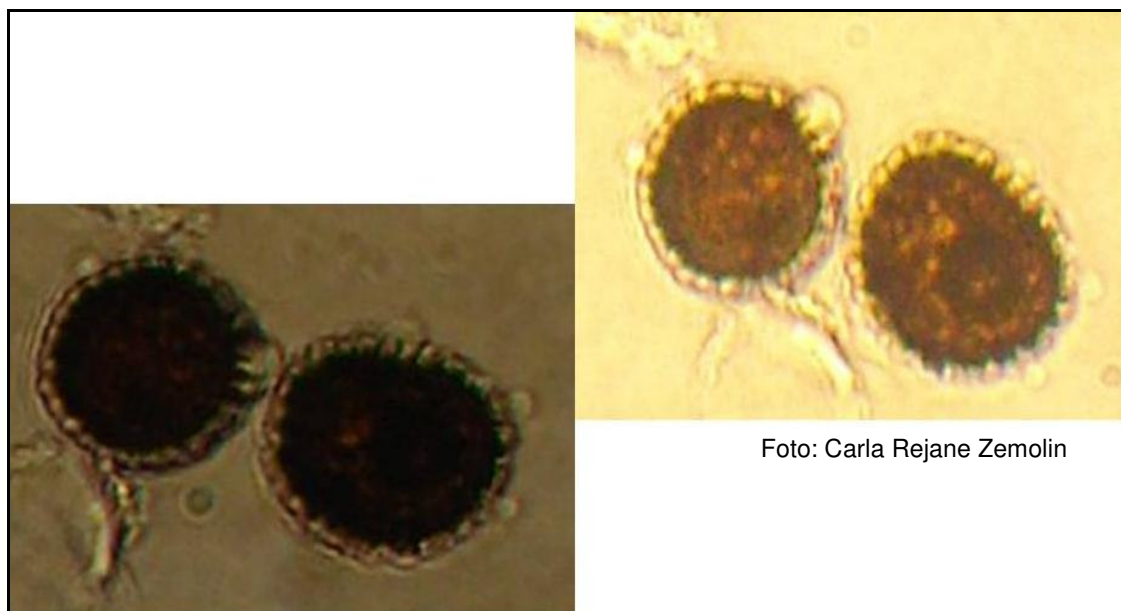


Foto: Carla Rejane Zemolin

Figura 1 - Teliósporos de *Tilletia barclayana*

Os teliósporos são estáveis e suportam grandes variações no pH, temperatura do ar e na umidade do solo. Sua germinação é muito baixa e após 12 meses, esta germinação raramente excede 50%, com 15 a 30% em média. Este tipo de dormência contribui para a sobrevivência do esporo sob condições de campo (12 a 24 meses) (COSTA; LENZ, 2006).

Para que os teliósporos tenham boa germinação é necessário passar por um período de pós- maturação, fase de descanso (5-6 meses), hidratação sob regime de luz e de um bom suprimento de oxigênio (OU, 1985; LIANG et al., 1996; LIANG et al., 2003). De acordo com Jinong et al. (2003), os teliósporos de *T. barclayana* germinam bem sob incidência de luz, sendo que esta tem duplo efeito, na estimulação pós-maturação e na germinação dos teliósporos.

A germinação não é afetada por diferentes soluções de nutrientes e ocorrem melhor com temperatura de 30°C (OU, 1985). Segundo Singh (1975), a incidência é favorecida com solos arenosos, chuvas freqüentes, alta luminosidade, umidade relativa do ar (> 85%) e temperaturas de 25 a 30°C no período de antese.

Cada grão pode produzir até 37,5 mil esporos, que sobrevivem no solo, na palha ou na água, entre os cultivos de arroz irrigado e podem ser disseminados pelo vento, infectando as espiguetas das panículas no ano seguinte (Del PONTE, 2008).

Os basidiósporos, segundo Bedendo (1995), são ovalados, unicelulares, uninucleados, hialinos, normalmente não existem ornamentações e são produzidos a partir da germinação dos teliósporos, o qual dá origem a um pró-micélio (tubo germinativo) que se diferencia numa basídia. No caso da família Tilletiaceae, a basídia é asseptada e os basidiósporos são formados em tufos, situados na extremidade da basídia. Os basidiósporos podem se reproduzir por brotamento ou germinar formando uma hifa e produzir um micélio primário o qual é monocariótico e não possui capacidade de colonizar plantas hospedeiras. A união de dois micélios primários (plasmogamia) dá origem ao micélio secundário (dicariótico) o qual tem a capacidade de penetrar e colonizar o tecido do hospedeiro sem a formação de haustórios. É este micélio que, no final do processo fragmenta-se e produz novamente os teliósporos.

Singh; Pavgi (1973) traçaram o desenvolvimento dos soros do fungo. Eles relataram que o basidiósporo secundário se aloja primeiramente no estigma, penetra no estilete alcançando o ovário, e permanece entre a camada de aleurona e as películas do grão, digerindo o endosperma.

Os sintomas aparecem na fase de maturação do arroz e são constatados com maior facilidade nas manhãs úmidas (COSTA; LENZ, 2006). A massa de esporos absorve água e aumenta o volume do grão, tornando-se visível e cobrindo outras partes da planta com líquido preto (COSTA et al, 2007). Durante o dia a massa desidrata, tornando-se pó negro, que é facilmente removido das plantas e pode formar poeira que cobre as colhedoras de preto, estes são teliosporos em massa (Del PONTE, 2008). A doença se manifesta em poucos grãos por panícula, e freqüentemente, só em parte dos mesmos (PADWICK, 1950) (figura 2) e não há evidências de produção de toxinas pelo fungo (COSTA; LENZ, 2006).



Figura 2 - Detalhe da panícula com espiguetas infectadas por *T.barclayana*.

Em infecções precoces, os grãos são completamente transformados em massa de teliosporos (figura 3), já em infecções tardias, os grãos são parcialmente atacados (COSTA; LENZ, 2006), apresentando coloração escura tornando-se quebradiços como se fossem dentes cariados (NUNES; BRANÇÃO, 2006).



Figura 3 - Endosperma transformado em massa de teliósporos

Para que ocorra a infecção as condições ambientais (umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade) devem ser favoráveis no momento da fecundação da semente, também sendo necessária a presença de propágulos infectivos (basidiósporos) para que se inicie o processo de infecção (COSTA; LENZ, 2006).

A infecção ocorre principalmente em Poáceas (RODRIGUEZ, 1995), de maneira localizada (CARRIS et al., 2006)., num curto período de tempo, na antese, isto é, logo após emissão da panícula, na abertura da pálea e lema (casca do grão de arroz), quando ocorre a liberação da antera e a fecundação da semente (RODRIGUEZ, 1995). Massas de esporos que substituem o endosperma da semente são liberadas antes ou durante a colheita e contaminam grãos saudáveis, restos de palha e o solo (COSTA et al., 2007). Na safra seguinte com a entrada da água na lavoura os esporos germinam na superfície da água dando origem aos esporos primários, os quais são liberados do prómicelio para formar grande número

de esporos secundários, os quais são liberados no ar para infectar os ovários em desenvolvimento nas panículas de arroz quando as flores estiverem abertas (TEMPLETON, 1961; WEBSTER; GUNNELL, 1992).

Ribeiro (1988) afirma que o patógeno pode desenvolver-se nas sementes de arroz e diversas gramíneas, principalmente do gênero *Brachiaria*, *Digitaria*, *Echinochloa* e *Pennisetum*.

1.3 Fatores que interferem no progresso da doença

A cárie-do-arroz é uma doença difícil de ser manejada uma vez que as condições climáticas tais quais temperatura e umidade relativa do ar elevadas, semeadura tardia e doses excessivas de nitrogênio favorecem o desenvolvimento do patógeno (NUNES; BRANCÃO, 2006). Desta forma, o manejo deve ter como base o uso de doses racionais de nitrogênio, cultivares resistentes, uso de sementes isentas do patógeno e semeadura na época recomendada (JISKANI, 2001), além do uso de controle químico (COSTA; LENZ, 2006).

1.3.1 Nitrogênio

Dos nutrientes essenciais às plantas, o nitrogênio (N) está entre os requeridos em maior quantidade, sendo considerado um importante fator para determinar o potencial de produção do arroz irrigado (MARUMOTO, 1986). O nitrogênio é responsável pelo aumento da área foliar da planta, o que aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar, da taxa fotossintética e dos componentes da produtividade e, conseqüentemente, da produtividade de grãos (FAGERIA; SANTOS, 2004).

Porém, quando ocorrem inadequações quanto à dosagem e época de aplicação do N, além de reduzir a produção, aumenta a incidência de doenças na cultura (FAGERIA et al., 1997), uma vez que certos patógenos atacam severamente plantas subnutridas, enquanto outros preferem plantas vigorosas. De modo geral, teores elevados de nitrogênio tendem a aumentar a suscetibilidade das plantas às doenças (KRUGNER, 1978).

Dentre essas doenças, a cárie-do-arroz vem ganhando importância, uma vez que provoca perdas na produtividade e qualidade dos grãos. No Arkansas (EUA), foi a principal doença que atingiu a cultura do arroz irrigado, causando baixo rendimento e perdas de qualidade em algumas cultivares (CARTWRIGHT et al., 1996). A severidade em lavouras comerciais foi influenciada principalmente pela fertilização com doses elevadas de nitrogênio, especialmente em cultivares modernos, como “Cipreste” e “LaGrue” (CARTWRIGHT et al., 1996). Normalmente, quando *T. barclayana* estiver presente, esta é encontrada em plantas mais vigorosas (ATKINS, 1974), uma vez que estudos têm demonstrado que o uso de excessivas doses de N tem aumentado a incidência e a severidade da cárie-do-arroz (TEMPLETON, 1963; KUMAR et al., 1978; SHARMA et al., 1999; SLATON et al., 2001) bem como, as outras doenças do arroz irrigado (GROTH; LEE, 2002).

Casos mais severos de cárie-do-arroz foram observados por Templeton et al. (1967) em lavouras cultivadas previamente com leguminosas por um período de um a dois anos e que receberam doses de nitrogênio iguais ou superiores a 100 kg/ha. Templeton (1963) constatou que o grau de infecção por *T. barclayana* em algumas cultivares (expressa pelo número de grãos cariados por 100 gramas de sementes) correlaciona-se diretamente com o aumento da dose de nitrogênio.

Estudos realizados por Slaton et al. (2004), mostraram que a severidade da cárie-do-arroz pode ser diminuída com redução da dose de N e/ou com fracionamento da adubação nitrogenada em duas ou três vezes.

1.3.2 Resistência genética

O método mais prático e econômico para controlar as doenças das plantas, consiste na semeadura de cultivares mais resistentes ou tolerantes. (SOSBAI, 2005).

Cultivares de arroz irrigado diferem quanto à suscetibilidade à *T. barclayana*, sendo que, em geral, cultivares de grão curto são mais resistentes que cultivares de grão médio e longo (WHITNEY, 1992). O grau de suscetibilidade parece estar correlacionado em parte com a duração da antese e o diâmetro da abertura da flor, uma vez que o diâmetro da abertura floral é maior para cultivares de grão longo e menor para cultivares de grão médio e curto (COSTA; LENZ, 2006).

Estudos realizados por Chahal et al. (2003) e Pan et al. (1995), mostraram que há uma correlação positiva entre a duração da abertura das flores e a incidência e severidade da doença, além de uma correlação altamente negativa entre o número de grãos de pólen e incidência e severidade, uma vez que a incidência e severidade da doença foram máximas nos genótipos que possuem longo período de antese e menor concentração de grãos de pólen.

Se a lavoura tem um histórico da doença, deve ser levado em conta o uso de cultivares de grãos curtos ou médios, e não cultivares de grãos longos, mais suscetíveis à doença (GREER, 2008).

1.3.3 Época de semeadura

A época de semeadura é outro fator importante no controle das doenças do arroz irrigado (FUNCK, 2008). Em estudos realizados, Templeton et al. (1967) mostram que a severidade da infecção da cárie-do-arroz em cultivares semeadas mais cedo foi visivelmente menor em comparação com aquelas semeadas tardiamente.

A semeadura na época preferencial é importante uma vez que em semeaduras tardias a incidência da cárie-do-arroz pode aumentar consideravelmente, já que a cultura fica exposta a condições climáticas favoráveis à infecção natural do patógeno (NUNES; BRANÇÃO, 2006). Dados de pesquisa mostram que, no RS, a maior incidência é observada quando semeadura ocorre no fim de outubro início de novembro. Isso se explica pelo fato de que este fungo incide sobre as espiguetas das panículas do arroz irrigado no momento da floração, o que ocorre nos meses de janeiro e fevereiro, para esta época de semeadura, onde as condições ambientais são mais favoráveis ao desenvolvimento da doença (FUNCK, 2008).

Portanto, a semeadura dentro da época recomendada é relevante, pois permite o adiamento da fase em que a cultura está mais suscetível, ou seja, no período de floração, escapando do período de maior disseminação e proliferação da doença (FUNCK, 2008).

1.3.4 Tratamento de sementes

Com relação ao tratamento de sementes não existem evidências de que este seja efetivo no controle de *T. barclayana*, apesar de o carbonato de cobre em pó, o formaldeído e os organo-mercuriais já terem sido usados (REYES, 1933). RODRIGUEZ (1995) diz que fungicidas orgânicos como os benzimidazóis são eficazes para erradicar o inóculo da semente. O tratamento de sementes pode prevenir o surgimento da doença em locais não infestados e em solos que não tenham inóculo proveniente de safras afetadas recentemente (PADWICK, 1950).

1.3.5 Controle Químico

Atualmente no Brasil, não existem produtos registrados para o controle de *T. barclayana* na cultura do arroz irrigado, embora resultados de pesquisa obtidos por Cartwright; Lee (2001) e Sharma et al. (1999) indiquem que alguns ingredientes ativos fornecem controle parcial sobre a cárie-do-arroz.

Aplicações de Propiconazol no último estágio do emborrachamento são recomendadas para cultivares suscetíveis em lavouras com histórico da doença (CARTWRIGHT; LEE, 2001).

Uma ligeira redução na infecção foi conseguida por Templeton (1967) com aplicação tardia do Oxicarboxina. Whitney (1977) demonstrou que Fentin-hidróxido, Benomil, Manebe e Clorotalonil, aplicados em pequenos testes, nos estádios de emborrachamento e emissão de panículas se mostraram ineficazes no controle de *T. barclayana*.

Tsuda et al. (2006) realizaram estudos no Japão, para verificar a melhor época de aplicação de Simeconazol na formulação granulada de 1,5%. Os testes revelaram que a aplicação na dosagem de 450 a 600 g ha⁻¹ de i.a, 1-5 semanas antes da exserção da panícula foi altamente eficaz contra cárie-do-grão do arroz e com tratamentos 1-2 semanas antes se mostrou mais eficaz ainda. Aplicações de Carbendazin no início e nos períodos máximos de florescimento apresentaram bom controle da doença (HU; XUE, 1987).

Estudos recentes mostram que Propiconazol, aplicado durante o estágio de emborrachamento do arroz pode reduzir a severidade da cárie do grão em 88%

(HORNSBY et al., 2000). Costa; Lenz (2006) observaram que o uso de ingredientes ativos como triazóis e misturas (triazol+estrobilurina) controlam o patógeno, embora a aplicação tenha sido realizada tardiamente (com 5% de flores abertas), e possivelmente a aplicação deva ser realizada em pré-florescimento visando proteger a inflorescência durante a antese.

1.4 Conclusões

- O poder destrutivo da cárie-do-arroz, causada pelo fungo *T. barclayana*, na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul sugere a adoção de medidas de controle, permitindo que o potencial produtivo da cultura seja maximizado.
- Medidas culturais têm demonstrado efeito limitado sobre o patógeno, uma vez que as condições ambientais como, temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade influenciam na germinação dos esporos e conseqüentemente no desenvolvimento da doença, enquanto que medidas de controle químico ainda não podem ser recomendadas, pois não existem produtos registrados para as condições do Brasil. Nas últimas duas safras, no estado do Rio Grande do Sul, a incidência da cárie-do-arroz voltou a níveis normais, não ocorrendo altas severidades, porém o seu potencial destrutivo ainda preocupa, uma vez que ainda existe inóculo suficiente nas áreas problemáticas, e na presença de cultivares suscetíveis e de condições ambientais favoráveis, podem ocorrer novas epifitias nos próximos anos. Para minimizar esta possibilidade, os produtores de arroz irrigado do estado devem trabalhar com cultivares menos suscetíveis, fertilização nitrogenada racional e, principalmente semeadura na época recomendada, evitando assim a exposição da planta durante a antese, momento em que está mais propícia a infecção pelo patógeno.

1.5 Referências bibliográficas

ANDERSON, A. P. *Tilletia horrida* Tak. on rice plant in South Carolina, 1902. p.35-36. (Bulletin of the Torrey Botanical Club, 29).

ATKINS, J. Rice Diseases of the Americas, A Review of Literature. **Agriculture Handbook**, 1974, n. 448.

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

BEDENDO, I. P. Carvões. In: BERGAMIN, F. A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Editora Ceres, 1995, v.2. 3 ed. São Paulo: cap 49. p.881-888.

CARRIS, L. M.; et al. Nonsystemic bunt fungi *Tilletia indica* and *T. horrida*: A review of history, systematics and biology. **Annual Reviews Phytopathology**, Saint. Paul, v. 44, n. 5, p. 1, 2006.

CARTWRIGHT, R. D.; et al. Artificial inoculation of kernel smut of rice in Arkansas. **Research Series**, Arkansas Agricultural Experiment Station, n. 453, p.107-110, 1996.

CARTWRIGHT, R. D.; LEE, F. N. **Rice diseases**. In: SLATON N. A. Rice production handbook. Publisher 192. University of Arkansas Cooperative Extension Service, Little Rock, 2001, cap. 5, p. 87-100.

CASTLEBURY; et al. Phylogenetic analysis of *Tilletia* and allied genera in order Tilletiales (Ustilaginomycetes; Exobasidiomycetidae) based on large subunit nuclear rDNA sequences. **Journal of Mycology**. v. 97 n. 4, p. 888-900, 2005.

CHAHAL, S. S.; et al. Relationship of different floral characteristics of rice genotypes with occurrence of kernel smut caused by *Tilletia barclayana*. **Journal of Mycology and Plant Phytopathology**, Punjab, v. 33, n. 2, p. 217-220, 2003.

COSTA, I. F. D.; LENZ, G. **Cárie do arroz (*Tilletia barclayana*)**. UFSM. Centro de Ciências Rurais, 2006, 9p. (Boletim técnico, 1).

COSTA, I. F. D.; ZEMOLIN, C. R.; SILVA, T. M. B. A Ofensiva da Cárie. **Cultivar Grandes Culturas**. n.93, 30p. 2007.

Del PONTE, E. M. (Ed.) **Fitopatologia.net: herbário virtual**. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS. Disponível na Internet: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual>>. Acessado em 12 set. 2008.

FAGERIA, N. K.; et al. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2^{ed}. New York: M. Dekker, 624 p. 1997.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. D. 2004. **EMBRAPA. Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins**. Online. Disponível na internet: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/adubacao_calagem.htm#nitrogenio. Capturado em 22 mai. 2006.

FUNCK, G. R. D. **Manejo de doenças do arroz irrigado e suas implicações no ambiente**. Online. Disponível na internet: <<http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=meioambiente>> Capturado em 02 mar. 2008.

GREER, C. **California Rice Production Workshop**. Online. Disponível em: <<http://www.carrb.com/ProdWorkShop/ProdWrkShp>>. Acessado em 12 jan. 2008.

GROTH, D.; LEE, F. **Rice diseases**. In: SMITH, W.E. & DILDAY, R.H. (ed.) Rice: Origin, history, technology, and production. John Wiley & Sons, Hoboken, N. J, cap. 9. p. 413–436, 2002.

HARADA, Y.; et al. Artificial production of kernel bunt of rice, caused by *Neovossia horrida*, due to boot inoculations. **Annals of the Phytopathological Society of Japan**, Hirosaki, v. 60, n. 5, p. 624- 629, 1994.

HORNSBY, Q.; et al. Management of Kernel Smut of Rice with Fungicides in Arkansas. **Proceedings of the 28th Rice Technical Working Group**, Biloxi, 2000.

HU, M.; XUE, T. P. Study on the occurrence of the kernel smut of rice caused by *Neovossia horrida* and its control. **Acta Phytophylactica Sinica**. v. 14, n. 2, p. 87-92, 1987.

IBGE. **Estatística da produção Agrícola**. Online. Disponível na internet: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>> Capturado em 21 Fev. 2008.

JINONG, L.; et al. Key factors influencing chlamyospore germination of rice kernel smut. **Acta Phytophylacica Sinica**, v. 30, n. 4, p. 343-346, 2003.

JISKANI, M. M. **Diseases of rice - identification and management**, 2001, Sindh Agriculture University, Tandojam. Online. Disponível na internet em: <<http://www.pakstoneconomist.com>>. Capturado em 15 de Out. 2008.

KRUGNER, T. L. **Ação do ambiente sobre as doenças de plantas**. Agronômica Ceres, Viçosa, v. 1, p. 215-226, 1978.

KUMAR, I. et al. Fertilizer levels and incidence of bunt disease in rice in India. **International Rice Research Newsletter**, v.3, n.4, p. 5, 1978.

LIANG, J. et al. Key factors influencing chlamyospore germination of rice kernel smut. **Acta Phitophylacica Sinica**, Beijing, v. 30, n. 4, p.343-346, 2003.

LIANG, J. N. et al. Factors influencing germination of chlamyospores of rice kernel smut. **Acta Phytophylacica Sinica**, Beijing, v. 23, n. 1, p. 25-28, 1996.

LU, F.; CHEN, Y. L. A preliminary study on taxonomic status of pathogenic fungus of rice kernel smut. **Jiangsu Journal of Agricultural Sciences**, Jiangsu, v. 9, n. 3, p. 34-36, 1993.

MARUMOTO, T. Microbial nitrogen fixation and its availability to rice plants as revealed with the use of ¹⁵N in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Yatabe, v. 20, n. 2, p. 108-114, 1986.

NUNES, C. D. M.; BRANÇÃO, N. **Carvão do arroz: epidemiologia, ocorrência e controle**. Pelotas, 2006. Comunicado Técnico n. 146.

OU, H. S. Fungal diseases (Foliage diseases). In: OU, H. S. **Rice Diseases**. 2. ed., Kew: Commonwealth Micological Institute, 1985. p. 109-246.

PADWICK, G. W. 1950. **Manual of rice diseases**. Kew: Commonwealth Mycological Institute. 198 p.

PAN, X. X. et al. Studies on source of inoculum of kernel smut and its occurrence on hybridization rice. **Acta Phytophylacica Sinica**, Beijing, v. 22, n. 4, p. 289-296, 1995.

RAM, S. et al. Kernel Smut of rice: present status. **International Journal of Tropical Plant Diseases**, v. 16, n. 2, p. 149-167, 1998.

REYES G. M. The black smut or bunt of rice (*Oryza sativa* L.) in the Philippines. **Journal Agriculture**, Philipp. v. 4, p. 241-270, 1933.

RIBEIRO, A. S. **Doenças do arroz irrigado**. Pelotas, CPATB, 1988, 56 p. (Embrapa-CPATB. Circular técnica n.2).

RODRIGUEZ, A. Carbones. in: LLÁCER, G.; LÓPEZ, M. M.; TRAPERO, A.; BELLO, A. **Patología Vegetal**. 1995. v. 2. 2.ed. Cap. 26. p. 865-884.

SHARMA, R. C. et al. Kernel smut major constraint in hybrid seed production of rice and its remedial measures. **Seed Research**. v. 27, p. 82–90, 1999.

SINGH, R. A. Source of inoculum and the epidemiology of bunt of rice. **Riso**, Slaton, v. 25, p. 77-80, 1975.

SINGH. R. A.; PAVGI. M. S. **Artificial culture and chlamydospore development of *Neovossia horrida***. Nova Hedwigia, v. 24, p. 487-491, 1973

SLATON, N. A. et al. Effect of nitrogen fertilizer rate and method of application on yield and kernel smut of 'LaGrue' rice. 2001. p. 210–218. in: NORMAN, R. J.; MEULLENET, J. F. (ed.). B. R. Wells rice research studies 2000. **Research Series** 485. Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville.

SLATON, N. A.; et al. Grain yield and kernel smut of rice as affected by pre-flood and mid-season nitrogen fertilization in Arkansas. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 1, p. 91-99, 2004.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, 159 p., il, 2005.

TEMPLETON, G. E. Local infection of rice florets by the rice kernel smut organism, *Tilletia horrida*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 51, n. 1, p. 130-131, 1961.

TEMPLETON, G. E. Kernel smut of rice as affected by nitrogen. **Arkansas Farm Research**, Fayetteville, v. 12, n. 5, p. 12, 1963.

TEMPLETON, G. E. Rice Disease Research. **Rice Journal**, New Orleans, v. 70, n. 7, p. 28-30, 1967.

TEMPLETON G. E.; JOHNSTON T. H.; EVANS K. O. Late heading of rice increases severity of kernel smut. **Arkansas Farm Research**, v. 16, n. 2, 9 p., 1967.

TSUDA, M.; et al. Optimal application timing of simeconazole granules for control of rice kernel smut and false smut. **Journal of General Plant Pathology**, v. 72, n. 5, p. 301-304, 2006.

WEBSTER, R. K.; GUNNELL, P.S. **Compendium of rice diseases**. Saint. Paul, 86 p. 1992.

WHITNEY, N. G. Effect of fungicide applications on kernel smut of rice. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 61, n. 5, p. 379-381, 1977.

WHITNEY, N. G. Kernel smut. in: WEBSTER, R. K., GUNNELL, P. G. **Compendium of Rice diseases**. American Phytopathological Society: Saint Paul, p. 28-29, 1992.

CAPÍTULO II

MANEJO DE NITROGÊNIO E TRATAMENTO QUÍMICO SOBRE A OCORRÊNCIA DE *Tilletia barclayana* EM ARROZ IRRIGADO

Resumo

Este trabalho teve por objetivo determinar os efeitos de diferentes doses de adubação nitrogenada sobre a incidência e severidade da cárie-do-arroz na cultura do arroz irrigado, avaliar os danos provocados à cultura, determinar a eficiência de princípios ativos em relação ao controle de *Tilletia barclayana* e a melhor época de aplicação dos mesmos. Para isto foram conduzidos dois experimentos no município de Dona Francisca–RS na safra agrícola 2007/08, utilizando a cultivar IRGA 422 CL. O experimento 1, com a dose de 108 kg de N ha⁻¹ e o experimento 2, 135 kg de N ha⁻¹, sendo aplicadas em ambos experimentos quatro doses de Miclobutanil (75,150, 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a) e uma dose de Trifloxistrobina e Propiconazol (93,75+93,75 g ha⁻¹ de i.a). Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa entre as duas doses de N para as variáveis produtividade, renda do benefício, rendimento de grãos inteiros e massa de mil grãos. As variáveis incidência de *T. barclayana*, grãos cariados e esterilidade de espiguetas apresentaram maior média sob aplicação de 135 kg de N ha⁻¹. Já as variáveis grãos sadios e rendimento de grãos quebrados apresentaram médias superiores com a aplicação de 108 kg de N ha⁻¹. O controle em R₃ mostrou-se mais eficiente em relação ao controle em R₄ em ambos os experimentos. Com relação aos ingredientes ativos, observou-se no experimento 1, melhor eficiência da mistura formulada de Trifloxistrobina e Propiconazol na dose de 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a para a variável incidência e rendimento de grãos inteiros. No experimento 2 observou-se maior média da variável grãos sadios, menor média de espiguetas estéreis sob aplicação da solução fungicida Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a. Para as médias rendimento de grãos inteiros e massa de mil grãos foi observada melhor resultado com aplicação de Miclobutanil 300 g ha⁻¹ de i.a.

Palavras-chave: Cárie-do-arroz, soluções fungicidas, época de aplicação, adubação nitrogenada.

NITROGEN MANAGEMENT AND CHEMICAL TREATMENT ON THE OCCURRENCE OF *Tilletia barclayana* IN IRRIGATED RICE

Abstract

The experiment aimed to determine the effects of different rates of nitrogen topdressing application on the incidence and severity of kernel smut on irrigated rice, to assess the level of crop damage, and determine the effectiveness of fungicide applied in different rice stages. To achieve these objectives, it was conducted two field experiments at Dona Francisca City, Rio Grande do Sul state, in harvest 2007/08, using the cultivar IRGA 422 CL. The experiment 1, using rates of 108 kg ha⁻¹ and experiment 2, 135 kg ha⁻¹ N, being applied in both experiments four rates of Myclobutanil (75,150, 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a) and one rate of Trifloxistrobina e Propiconazole (93,75+93,75 g ha⁻¹ de a.i.). The results showed that there was no significant difference between the two N rates for grain yield, milling yield, whole grains and mass of thousand grains. The kernel smut incidence, number of infected grains and sterility of spikelets had the higher average under application of 135 kg ha⁻¹ N. On the other hand, the amount of healthy grain and yield of broken grain had higher values with the application of 108 kg ha⁻¹ N. The preventive control of the kernel smut of rice proved to be more efficient when compared to the curative control in both experiments. With regard to active ingredients, it was observed in experiment 1, higher efficiency of Trifloxystrobin and Propiconazole 93, 75 + 93, 75 g ha⁻¹ a.i. for the variable incidence and grain yield. In experiment 2 was a higher average of variable healthy grain, lower average of sterility of spikelets under application of Myclobutanil 75 g ha⁻¹ a.i. For the average yield whole grain yield and mass of thousand grains had better result with application of Myclobutanil 300 g ha⁻¹ a.i.

Keywords: kernel smut of rice, fungicides solutions, season of application, nitrogen fertilizer.

2.1 Introdução

O arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) é uma cultura extensamente cultivada no mundo, constituindo-se na base da alimentação de vários povos, inclusive o brasileiro (EMBRAPA, 2005), totalizando mais de 60% das calorias consumidas pela população de países em desenvolvimento (CORDEIRO, 2003). A cultura destaca-se pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico quanto social (EMBRAPA, 2005).

No entanto, segundo Silva (2007), a necessidade de maior produção de alimento, em face ao acentuado crescimento da população, fez com que fronteiras agrícolas fossem aumentadas e novas tecnologias de produção desenvolvidas e incorporadas ao setor produtivo. Em consequência do uso intensificado das áreas de cultivo, sérios problemas de natureza sanitária foram criados (SILVA, 2007).

Um desses problemas consiste na incidência de doenças, as quais limitam o aumento da produtividade desta cultura, uma vez que a planta de arroz, em qualquer fase de desenvolvimento, está sujeita a doenças que reduzem a qualidade e a produção (MIURA, 2002).

Das diversas doenças, a cárie-do-arroz (*Tilletia barclayana*) é capaz de gerar perdas na produtividade da cultura (COSTA; LENZ, 2006). O patógeno infecta as espiguetas das panículas do arroz irrigado e tem ocorrência freqüente nos países da Ásia, no Sul dos Estados Unidos e no Brasil (Del PONTE, 2008).

No Brasil, foi identificada e notificada pela primeira vez no Rio Grande do Sul, durante os anos de 1971, 1972 e 1973, nas cultivares EEA 404, EEA 405, EAA 406, IRGA 407, Belle Patna, e, principalmente nas de grão curto Caloro, Cachinho, Japonês de meia pragana, EEA 201 e Farroupilha, em 2001, na EPAGRI 106 e em 2005 em IRGA 420 (RIBEIRO, 1973; NUNES et al., 2001; CERBARO et al., 2005).

Estudos indicam que esta doença vem ganhando importância nos últimos anos (RAM et al., 1998), uma vez que está sendo problemática nas áreas produtoras de arroz irrigado, principalmente do estado do Rio Grande do Sul, sendo que na safra 2004/05, causou perdas de 10 a 40% na produtividade e na qualidade de grãos em algumas cultivares (COSTA; LENZ, 2006).

A incidência desta doença está associada à umidade relativa do ar elevada, acima de 85%, temperatura entre de 25 e 30°C durante a antese, adubação nitrogenada em excesso, suscetibilidade varietal (COSTA; LENZ, 2006) e semeadura tardia (NUNES; BRANCÃO, 2006).

De acordo com Jiskani (2001), o controle deve ser realizado com base na resistência varietal, adubação nitrogenada equilibrada, sementes isentas do patógeno em áreas que não apresentam histórico da doença e semeadura dentro da época recomendada. Além destas medidas, pode-se ainda fazer uso do controle químico, visto que esta é uma doença bastante agressiva, capaz de provocar perdas tanto na produtividade quanto na qualidade dos grãos (COSTA; LENZ, 2006).

Sabe-se que o fungo *Tilletia barclayana* se desenvolve em plantas bem nutridas, muitas vezes onde as adubações nitrogenadas são feitas acima das doses recomendadas, porém não é conhecida a dose deste nutriente que promove o seu desenvolvimento. Quando existirem condições ideais para o desenvolvimento deste fungo, tais como temperatura, umidade e nível nutricional, o patógeno pode oferecer grande ameaça à produtividade da cultura, e soluções como aplicações de fungicidas surgem como alternativa de controle. No Brasil, ainda são poucos os registros sobre quais ingredientes ativos e doses apresentam controle sobre esta doença, e também sobre qual a melhor época de realizar o tratamento, se em R₃ (exserção da panícula) ou em R₄ (antese).

Desta forma, este trabalho teve por objetivo determinar os efeitos de duas doses de adubação nitrogenada sobre a incidência e severidade da cárie-do-arroz, na cultura do arroz irrigado, avaliar os danos provocados à cultura, determinar a eficiência de princípios ativos em relação ao controle de *T. barclayana* e a melhor época de aplicação dos mesmos.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local

Foram conduzidos dois experimentos em lavoura comercial de arroz irrigado na safra 2007/08 na localidade de Linha Grande, município de Dona Francisca – RS (figura 4), região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul.

As coordenadas geográficas do local são: latitude 29°37'18"S de latitude e 53°21'25"W de longitude, estando a uma altitude de 49 m.



Foto: Carla R. Zemolin

Figura 4 – Vista da área experimental no município de Dona Francisca, RS. 2007.

2.2.2 Solo e Clima

O solo é classificado como Planossolo Háplico distrófico típico pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2006) e o clima da região de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa – clima subtropical, úmido sem estiagem (MOTA, 1951).

2.2.3 Tratos culturais realizados na área de estudo

Durante a condução do experimento foram realizadas práticas culturais na área tanto no período de entressafra, como de cultivo do arroz irrigado. O preparo do

solo foi realizado com passagem de rolo faca, grade de disco e grade niveladora. A adubação de base foi realizada em cobertura antes da implantação da cultura, sendo aplicados 12,5; 37,5 e 75 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, de acordo com os dados de análise de solo. No período de cultivo do arroz foi realizada a semeadura dia 07 de novembro de 2007, sendo as sementes tratadas com o ingrediente ativo Fipronil na dose 30 g i.a/100 kg de semente) para proteção das plântulas contra ataque da bicheira-da-raiz do arroz (*Oryzophagus oryzae*). O controle da plantas daninhas foi realizado com aplicação do herbicida Penoxulan na dose correspondente a 240 g ha⁻¹ i.a + 1 l/ha de óleo vegetal. A adubação nitrogenada foi realizada no estágio V₅ na dose correspondente a 85,5 kg de N ha⁻¹ para o experimento 1 e 112,5 kg de N ha⁻¹ para o experimento 2 e, no estágio R₀ na dose de 22,5 kg de N há⁻¹ para ambos os experimentos na forma de uréia. A inundação da área ocorreu logo após a aplicação da uréia em V₅, mantendo-se uma lâmina de água de 10 cm de altura. A aplicação de Miclobutanil e da mistura formulada Trifloxistrobina e Propiconazol foi feita no estágio R₃ e R₄, sendo a colheita realizada dia 19 de março de 2008.

2.2.4 Aplicação dos tratamentos

As aplicações das soluções fungicidas foram realizadas nos seguintes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado (COUNCE et al., 2000), R₃ (exserção da panícula) e R₄ (antese) em ambos os experimentos, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, calibrado para uma vazão de 200 L.ha⁻¹ e pressão de trabalho de 15lb.pol⁻², com barra de aplicação dotada de quatro pontas de pulverização XR 11002 (jato plano de uso ampliado TeeJet[®]), espaçadas em 50cm. Após a aplicação de cada um dos tratamentos, o equipamento foi lavado com solução à base de acetona (10%), seguido de lavagem com água.

Durante as aplicações, monitorou-se as condições ambientais com um termo-higro-anemômetro. Os dados de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento no momento das aplicações são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Condições ambientais durante a aplicação dos tratamentos fungicidas. Dona Francisca, RS. 2008.

Aplicação	Condições ambientais		
	T (°C)	UR (%)	Vento (Km.h ⁻¹)
R ₃	25,0	70,0	3,1
R ₄	28,0	75,0	3,1

Durante o período em que ocorreram as aplicações dos tratamentos, ou seja, R₃ (exserção da panícula) até R₄ (antese) houve monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar através de um higrotermógrafo de gráfico semanal instalado na taipa de ronda situada a 1m da lavoura.

2.2.5 Experimentos

Foram conduzidos dois experimentos com a cultura do arroz irrigado, cultivar IRGA 422 CL, na safra 2007/08, sendo um com aplicação de 108 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e outro com 135 kg ha⁻¹ de N aplicados parte no perfilhamento e parte na iniciação do primórdio floral (85,5 +22,5 kg de N ha⁻¹ e 112,5 + 22,5 kg de N ha⁻¹), conduzido no delineamento blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema bifatorial ((Soluções fungicidas (Fator A) × Época de aplicação das soluções (Fator B)), em parcelas subdivididas medindo nove metros de comprimento por dois metros de largura, totalizando 18m² cada, sendo que o espaçamento utilizado foi de 21 cm entre linhas.

2.2.5.1 Variáveis analisadas na parcela principal e subparcelas

Foram avaliadas nas parcelas principais seis soluções fungicidas, sendo quatro doses de Miclobutanil (75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a), uma dose da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol (93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a) e uma testemunha pulverizada com água e, na subparcela, duas épocas de aplicação das soluções (R₃ e R₄) para o controle de *Tilletia barclayana*, o que resultou em um total de 12 tratamentos (seis soluções fungicidas x duas épocas de aplicação dos fungicidas) e 48 unidades experimentais (12 tratamentos x quatro repetições) em ambos os experimentos.

2.2.5.2 Variáveis respostas avaliadas

As variáveis respostas avaliadas foram:

- Incidência de *Tilletia barclayana* a partir da coleta aleatória de 25 panículas/subparcela da área experimental no momento da colheita. Posteriormente, as panículas foram analisadas e verificada a presença ou não do fungo nas espiguetas. A partir daí, as panículas que apresentavam sintoma foram contadas e o valor transformado para porcentagem para comparação das médias;
- grãos cariados (GC); grãos sadios (GS) e esterilidade de espiguetas (EE) obtidos da debulha das 25 panículas/subparcela. Os grãos foram contados, em quatro repetições de 100 grãos cada, e posteriormente os valores foram transformados em porcentagem para comparação de médias;
- produtividade de grãos/ha⁻¹ (PROD) em kg, foi estimada a partir da colheita manual de uma área útil de dois metros quadrados/subparcela, onde as plantas foram trilhadas em trilhadeira estacionária. O volume total de grãos foi pesado em balança marca MARTE[®], modelo AS 2000 C com precisão de miligrama (0,01 g), e determinada a umidade através de um medidor por capacitância marca GEOLE 400, sendo posteriormente corrigida para 13%, para o cálculo do rendimento final;
- rendimento de grãos inteiros (RGI) em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ) em % e renda do benefício em (RB) em %, Para a determinação do rendimento de grãos, as amostras foram pré-limpas em peneiras e submetidas às operações de descascamento e brunimento em engenho de provas marca ZACCARIA[®] utilizando-se frações de 100 gramas de arroz em casca para cada amostra, com um tempo de aproximadamente 15 segundos para o descascamento e 1 minuto para o brunimento. Posteriormente, os grãos inteiros foram separados dos grãos quebrados, utilizando-se o Trieur de 4,5mm durante 30 segundos no mesmo engenho de provas. A porcentagem de grãos inteiros e grãos quebrados após o polimento foi obtida de forma direta, pela pesagem desses grãos, separadamente. A renda do benefício foi obtida através da soma de grãos inteiros e quebrados;
- massa de mil grãos (MMG) em g.

2.2.5.3 Análise estatística

Os resultados obtidos nos dois experimentos foram submetidos à análise de variância e a interação entre os fatores (A×B), bem como o efeito principal do fator A e B (qualitativos) avaliados através do teste de Tukey para comparação múltipla de médias, em nível de 5% de probabilidade de erro. Para as variáveis, incidência e grãos cariados, que não seguiam a distribuição normal foi realizada uma transformação raiz quadrada, onde:

$$y^*_{ij} = \sqrt{y_{ij} + 0,5}$$

As análises de variância e os testes de Tukey foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico: software científico - NTIA, desenvolvido pelo Centro Tecnológico para Informática (EMBRAPA, 1997). O teste t foi realizado com o auxílio do software Microsoft Office Excel.

Para fins de comparação dos dois experimentos, ou seja, comparação das duas doses de nitrogênio considerou-se cada experimento como uma amostra independente com 48 elementos (48 unidades experimentais). Dessa forma presumiu-se que as duas amostras (dois experimentos) apresentavam variâncias semelhantes (conduzidos da mesma forma e mesmo ambiente) e procedeu a comparação da média geral de cada variável com o uso do teste t para duas amostras presumindo variâncias equivalentes, em nível de 5% de probabilidade de erro (BEIGUELMAN, 2002).

2.3 Resultados e discussão

No Experimento 1 não houve interação significativa entre as soluções fungicidas e as épocas de aplicação das soluções, para nenhuma das variáveis estudadas, ou seja, a resposta das variáveis se deve aos efeitos principais do fator A e do fator B.

Com relação ao efeito principal das soluções fungicidas (Fator A), observa-se sua significância para as variáveis incidência de *Tilletia barclayana*, rendimento de grãos inteiros e rendimento de grãos quebrados. O efeito principal da época de

aplicação das soluções fungicidas (Fator B) somente foi significativo para a variável rendimento de grãos inteiros.

A menor incidência de *Tilletia barclayana* foi observada sob aplicação da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a, sendo que essa não diferiu significativamente das demais soluções, exceto da testemunha (Tabela 2). A maior incidência foi observada na testemunha, a qual não diferiu significativamente de Miclobutanil 75, 150 e 225 g ha⁻¹ de i.a. Esta menor incidência com o uso da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a, pode ser explicada devido à combinação de dois grupos químicos com diferentes mecanismos de ação, triazol e estrobilurina. Por ser uma mistura, provavelmente este fungicida tenha um período maior de proteção da inflorescência, visto que a estrobilurina promove um maior residual do produto além da sua liberação ser mais lenta. Além disto, segundo Reis et al. (2001), as estrobilurinas inibem a respiração mitocondrial pelo bloqueio da transferência de elétrons no complexo citocromo-bc 1, sendo assim, esta ação interfere na formação de ATP, o qual é a energia para o crescimento dos patógenos. Por sua vez, o triazol age na formação e na seletividade da membrana plasmática, mais precisamente na síntese do ergosterol, principal lipídeo da membrana plasmática dos fungos (REIS et al., 2001). Portanto, a mistura desempenha um papel importante, garantindo proteção para a cultura além de ocasionar a morte do patógeno pela desestruturação da membrana plasmática.

Para a variável rendimento de grãos inteiros observa-se maior média na mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a, sendo que esta não diferiu significativamente das demais soluções, diferindo somente da testemunha. A menor média de rendimento de grãos inteiros foi observada na testemunha, a qual não diferiu significativamente de Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a e diferiu de todas as demais soluções. O maior rendimento de grãos inteiros com o uso do tratamento Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a, é explicado em virtude deste mesmo tratamento ter apresentado a menor incidência da doença, desta forma, os grãos não chegaram a ser prejudicados pelo patógeno.

A testemunha apresentou o maior rendimento de grãos quebrados, não diferindo significativamente de Miclobutanil 75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a. Melhor resultado foi observado para a mistura de Trifloxistrobina e Propiconazol (93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a), a qual diferiu da testemunha, mas não diferiu dos demais tratamentos fungicidas (Miclobutanil 75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a). A testemunha

obteve também maior incidência da doença, assim a ação do patógeno torna os grãos mais frágeis, como dentes cariados, por isso usa-se o termo cárie para designar esta doença. Nunes; Brancão (2006) relatam que os grãos atacados parcialmente por *T.barclayana*, tornam-se quebradiços, diminuindo a porcentagem de grãos inteiros e em consequência, reduzindo a qualidade dos mesmos.

Tabela 2 – Efeito da aplicação de soluções fungicidas sobre a incidência *Tilletia barclayana* (Incidência) em %; rendimento de grãos inteiros (RGI), em % e, rendimento de grãos quebrados (RGQ), em %. Dona Francisca, RS. 2008.

Soluções fungicidas	Dose de i.a. (g ha ⁻¹)	Incidência (%)	RGI (%)	RGQ (%)
Testemunha	-	10,00 a*	57,29 b*	9,05 a*
Miclobutanil	75	7,00 ab	60,68 ab	6,20 ab
Miclobutanil	150	6,00 ab	62,77 a	5,31 ab
Miclobutanil	225	6,48 ab	62,64 a	6,11 ab
Miclobutanil	300	4,00 b	62,58 a	5,58 ab
Trifloxistrobina e Propiconazol	93,75 + 93,75	3,48 b	63,18 a	4,16 b

*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A aplicação das soluções fungicidas no estágio R₃ resultou em maior rendimento de grãos inteiros (Tabela 3) em relação à aplicação no estágio R₄. Nunes; Brancão (2006) relatam que a aplicação deve ser realizada no final do estágio de emborrachamento, para que assim, tenha-se melhor proteção da panícula, uma vez que a infecção ocorre logo após a exsurgência da panícula, na abertura da pálea e lema, quando ocorre a liberação da antera e a fecundação da semente (TEMPLETON, 1961; WEBSTER; GUNNELL, 1992). Com a panícula protegida neste período, a incidência e a severidade da doença são amenizadas, garantindo maior porcentagem de grãos inteiros.

Tabela 3 – Efeito da época de aplicação das soluções fungicidas para a variável rendimento de grãos inteiros (RGI), em %. Dona Francisca, RS. 2008.

Época de aplicação das soluções fungicidas	RGI (%)
R ₃	62,30 a*
R ₄	60,75 b

* Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

No Experimento 2, observou-se que apenas para a variável rendimento de grãos totais houve interação significativa entre as soluções fungicidas e as épocas de aplicação das soluções. Isso mostra que cada solução apresenta um comportamento diferenciado para essa variável quando combinado aos níveis do fator B (época de aplicação das soluções).

Em relação ao efeito principal do fator A, observou-se sua significância para as variáveis: grãos sadios, espiguetas estéreis, rendimento de grãos inteiros, renda do benefício e massa de mil grãos. As variáveis rendimento de grãos inteiros, rendimento de grãos quebrados e renda do benefício também apresentaram o efeito principal do fator B significativo.

A maior média da variável grãos sadios foi observada sob aplicação da solução fungicida Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a, a qual não diferiu significativamente de Miclobutanil 225 e Miclobutanil 300 g ha⁻¹ de i.a (Tabela 4). A menor média foi observada na testemunha, a qual não diferiu de Miclobutanil 150 g ha⁻¹ de i.a e da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a. Pode-se observar que a menor dose do ingrediente ativo Miclobutanil (75 g ha⁻¹ i.a) apresentou a maior média de grãos sadios, este fato pode ser explicado em virtude da baixa incidência da doença proporcionada por condições adversas de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 5). Em decorrência disto, pode-se dizer que até mesmo com doses mais baixas do produto obtêm-se bom controle da doença tendo como consequência, maior porcentagem de grãos sadios.

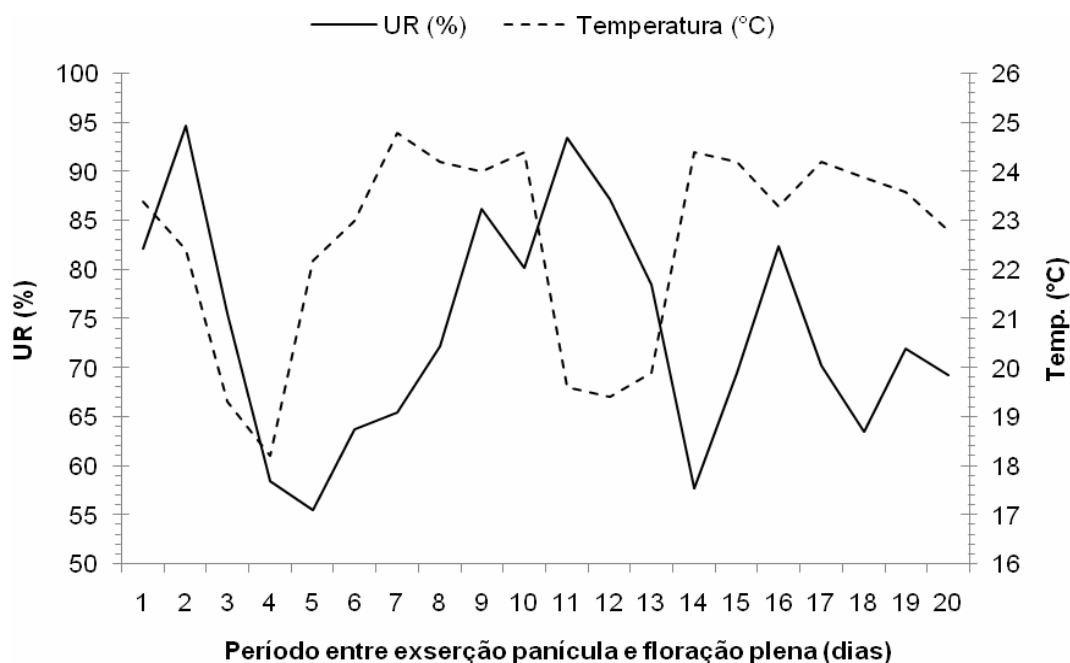


Figura 5 - Médias de umidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C) para o período compreendido entre os estádios R₃ e R₄. Dona Francisca, RS. 2008.

Para a variável esterilidade de espiguetas observa-se (Tabela 4) que o melhor tratamento (menor média) foi com aplicação de Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a, o qual não diferiu de Miclobutanil 225 e 300 g ha⁻¹ de i.a. A maior média foi observada na testemunha, a qual não difere de Miclobutanil 150 g ha⁻¹ de i.a e da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a. O arroz é uma cultura sensível a baixas temperaturas (CRUZ, 2001), sendo que a temperatura mínima do ar crítica à fecundação das flores está entre 15°C e 17°C. Plantas com primórdio floral em iniciação, submetidas a 17°C durante 5 dias tornam-se completamente estéreis, enquanto que a 15°C durante apenas uma hora, ocorre o cessamento da formação de pólen. Com a queda da temperatura e o incremento na duração das baixas temperaturas, a percentagem de esterilidade de espiguetas também aumenta (BOARD et al., 1979; SATAKE, 1969; TERRES; GALLI, 1985).

Outro fator que pode agravar o dano causado pelo frio é a aplicação de altas doses de nitrogênio. Trabalhos realizados no Japão e na Austrália indicam que a esterilidade de espiguetas ocasionada por baixas temperaturas tem incremento com doses elevadas de N aplicadas (HEENAN, 1984; HAQUE, 1988; HAYASHI et al., 2000; GUNAWARDENA et al., 2003). Doses elevadas deste nutriente no estágio

vegetativo acarretam rápido crescimento pré-floração, podendo assim provocar um desequilíbrio fotossíntese-respiração, reduzindo o número de espiguetas cheias e conseqüentemente a produtividade final da cultura (HEENAN, 1984). Hayashi et al. (2000) demonstram que altas aplicações de N na fase reprodutiva, diminuíram o número de micrósporas e grão de pólen sendo isto intensificado pelo frio. Além disto, quanto mais N for aplicado, maior será o número de afilhos e grãos por panícula, em conseqüência, ocorrerá uma diminuição na disponibilidade imediata de assimilados no momento da produção de grãos de pólen ocasionando um aumento na esterilidade de espiguetas (GUNAWARDENA; FUKAI, 2005).

Durante a condução do experimento, observaram-se temperaturas abaixo daquelas adequadas para o ótimo desenvolvimento da cultura durante o período que compreende entre o final de emborrachamento e a antese (Figura 6), que aliada à dose elevada de N (135 kg ha^{-1}), explica a alta porcentagem de esterilidade de espiguetas.

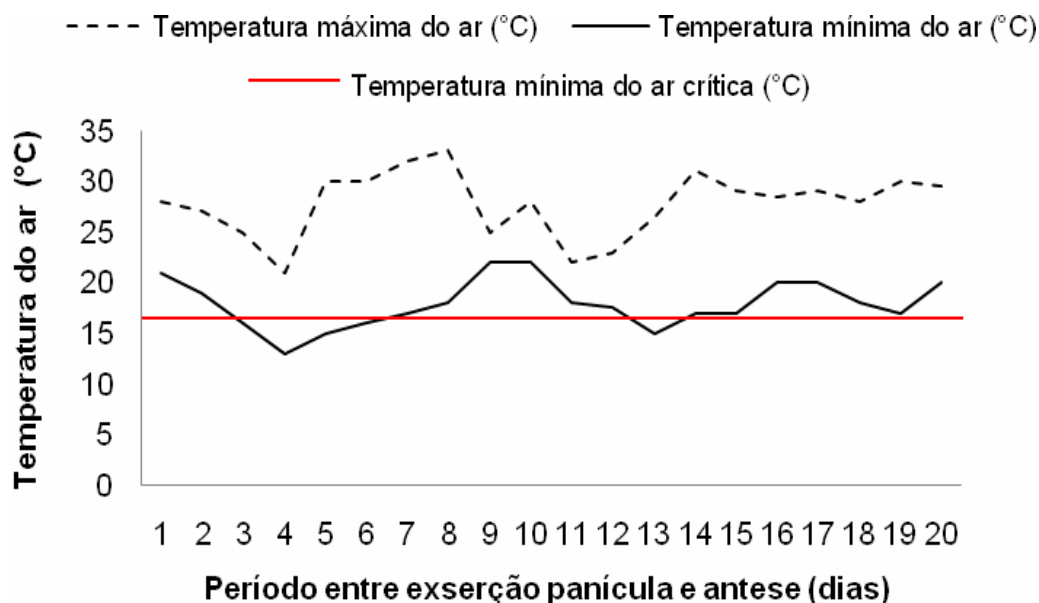


Figura 6 - Temperaturas máximas e mínimas do ar (°C) para o período compreendido entre os estádios R₃ e R₄. Dona Francisca, RS. 2008.

No que diz respeito ao uso de fungicidas, percebe-se que dois tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha (Miclobutanil 150 g ha^{-1} de i.a e Trifloxistrobina e Propiconazol $93,75 + 93,75 \text{ g ha}^{-1}$ de i.a) em relação à esterilidade

de espiguetas. Contudo, em números relativos, é possível observar redução da esterilidade de 1,25% e de 2,6% respectivamente (Tabela 4) para os tratamentos citados quando comparados à testemunha, Além disso, de acordo com estudos de Santos; Prabhu (2003), o uso de fungicidas proporciona maior porcentagem de fertilidade de espiguetas.

A maior média de rendimento de grãos inteiros foi observada com aplicação de Miclobutanil 300 g ha⁻¹ de i.a, sendo que este não diferiu significativamente dos demais (Miclobutanil 150, Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 +93,75, Miclobutanil 225 e Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a). A menor média de rendimento de grãos inteiros foi observada na testemunha, a qual diferiu significativamente de todas as demais soluções. O mesmo comportamento da variável rendimento de grãos inteiros foi observado para a variável renda do benefício. Estes resultados mostram que o tratamento fungicida é uma medida importante no controle da cárie-do-arroz, uma vez que quando de sua aplicação, pode ser observada melhor qualidade de grãos, quando comparados com a testemunha.

Com aplicação de Miclobutanil 300 g ha⁻¹ de i.a obteve-se maior média de massa de mil grãos e este não diferiu significativamente da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a. O controle fungicida além de proteger as plantas contra danos, também influencia nos componentes de rendimento. O aumento na massa dos grãos é atribuído não só ao controle de doenças, mas também à maior translocação de nutrientes na plantas proporcionados pelos fungicidas (GOODING et al. 2000; DIMMOCK; GOODING, 2002). Dimmock; Gooding (2002) em estudos realizados na cultura do trigo, observaram que o uso de fungicidas proporciona maior duração da área foliar e do período de enchimento de grãos, fato este que pode ser comparado aos resultados obtidos neste experimento.

A menor média de massa de mil grãos foi observada na testemunha, a qual não diferiu significativamente de Miclobutanil 75, 150 e 225 g ha⁻¹ de i.a. Apesar de Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a ter proporcionado a maior porcentagem de grãos sadios, o peso destes foi afetado em virtude da planta estar mais debilitada pela maior incidência de *T. barclayana* nesta dose de N, como conseqüência, a produção de fotoassimilados foi reduzida, influenciando no enchimento e peso de grãos.

Tabela 4 – Efeito da aplicação das soluções fungicidas sobre as variáveis grãos sadios (GS) em %; esterilidade de espiguetas (EE) em %; rendimento de grãos inteiros (RGI), em %, renda do benefício (RB), em % e, massa de mil grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.

Soluções fungicidas	Dose de i.a. (g.ha ⁻¹)	GS (%)	EE (%)	RGI (%)	RB (%)	MMG (g)
Testemunha	----	69,00 d*	29,00 a	58,94 b	65,23 b	30,22 b
Miclobutanil	75	80,90 a	18,09 d	62,32 a	68,13 a	30,47 b
Miclobutanil	150	71,47 cd	27,75 ab	63,60 a	68,42 a	30,75 b
Miclobutanil	225	77,87 ab	21,25 cd	63,11 a	68,49 a	30,75 b
Miclobutanil	300	76,00 abc	23,31 bcd	64,32 a	68,66 a	31,56 a
Trifloxistrobina + Propiconazol	93,75 + 93,75	73,34 bcd	26,40 abc	63,40 a	68,17 a	31,55 a

* Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Para o efeito principal do Fator B (época de aplicação das soluções fungicidas), a aplicação das soluções fungicidas em R₃ resultou em maior rendimento de grãos inteiros, menor rendimento de grãos quebrados e maior renda do benefício (Tabela 5), sendo observada diferença significativa em relação à aplicação em R₄, para todas essas variáveis. Estes dados estão de acordo com as informações de Nunes; Brancão (2006), que relatam que o controle de *T. barclayana* tem que ser realizado na exserção da panícula. Com esta prática, têm-se a proteção da panícula no período crítico de infecção, ou seja, no período de antese. Quando a aplicação fungicida é realizada tardiamente, no estágio R₄, têm-se redução na qualidade de grãos em função destes se tornarem quebradiços (NUNES; BRANCÃO, 2006).

Tabela 5 - Comparação de médias do efeito principal do fator D (Época de aplicação das soluções fungicidas), pelo teste de Tukey, para a variável: rendimento de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ), em % e renda do benefício (RB), em %. Dona Francisca, RS. 2008.

Época de aplicação das soluções fungicidas	RGI (%)	RGQ (%)	RB (%)
R ₃	63,32 a*	4,74 b*	68,05 a*
R ₄	61,92 b	5,73 a	67,65 b

* Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Dentro da época de aplicação em R₃ (Tabela 6), a renda do benefício foi maior com o uso de Miclobutanil 75 g ha⁻¹ de i.a, o qual não diferiu de Miclobutanil 150, 225, 300 g ha⁻¹ de i.a e Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 +93,75 g ha⁻¹ de i.a. A menor renda do benefício foi observada na testemunha, que diferiu significativamente de todas as demais soluções fungicidas. Quando a aplicação fungicida é realizada em R₃, além de proporcionar efeito significativo no controle da cárie-do-arroz, ela também influi na qualidade de grãos, uma vez que a incidência e a severidade da doença serão amenizadas, contribuindo para melhor desempenho da cultura, podendo-se ainda utilizar doses mais baixas de fungicida com a mesma eficácia de controle. No tratamento em R₄, a maior média para renda de benefício foi observada com o uso da mistura Trifloxistrobina e Propiconazol 93,75 + 93,75 g ha⁻¹ de i.a, que não diferiu significativamente de Miclobutanil 300, 225 e 150 g ha⁻¹ de i.a. O pior resultado foi observado na testemunha, a qual diferiu significativamente das demais. Quando o controle é realizado em R₄, percebe-se que os fungicidas também controlam a doença, porém, com menor eficiência. Pode-se observar na tabela 6, que a dose mais baixa de Miclobutanil (75 g ha⁻¹ de i.a), obteve controle, porém, não foi tão eficaz quanto os demais tratamentos. Isto evidencia a importância do controle da doença em R₃, uma vez que se tem melhor controle podendo fazer uso de doses mais baixas de ingredientes ativos, acarretando em menor custo ao produtor.

Tabela 6 – Efeito das soluções fungicidas dentro de cada nível do Fator B (Época de aplicação das soluções fungicidas), para a variável renda do benefício (RB), em %. Dona Francisca, RS. 2008.

Soluções fungicidas	Dose de i.a. (g.ha ⁻¹)	RB (%)	
		R ₃	R ₄
Testemunha	---	65,23 b*	65,23 c*
Miclobutanil	75	69,28 a	66,97 b
Miclobutanil	150	68,74 a	68,10 ab
Miclobutanil	225	68,69 a	68,29 ab
Miclobutanil	300	68,68 a	68,64 a
Trifloxistrobina e Propiconazol	93,75 + 93,75	67,68 a	68,66 a

* Médias não seguidas por mesma letra, na linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 7, observa-se que apenas para as variáveis produtividade por hectare, renda do benefício, rendimento de grãos inteiros e massa de mil grãos não houve diferença significativa entre as duas doses de N (108 kg ha⁻¹ e 135 kg ha⁻¹) pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro. A produtividade não sofreu influência do patógeno em ambas as doses de N, provavelmente devido à baixa incidência da doença influenciada por condições ambientais desfavoráveis ao desenvolvimento do fungo, fato este já descrito por Slaton et al.(2004), no qual os autores descrevem que as condições de ambiente favorável à doença influenciam mais do que o manejo do nitrogênio, ou seja, o ambiente favorece na incidência e o nitrogênio na severidade. Desta forma, como não houve condição favorável de incidência, o N não teve influência significativa na produtividade da cultura.

Com relação ao rendimento de grãos inteiros, estes não diferiram em relação às doses de N, concordando com os resultados de Marzari et al. (2007), e contrastando com Borrel et al. (1999), que relatam aumento na porcentagem de grãos inteiros com aumento da dose de N. A renda do benefício e massa de mil grãos, estes não foram influenciados pelas doses de N. Estas variáveis possivelmente não tenham sofrido influência das doses de N em função da baixa incidência e severidade da cárie-do-arroz ocasionada por condições ambientais desfavoráveis para uma infecção mais severa da doença.

As demais variáveis apresentam diferença significativa entre as doses de N. As variáveis incidência de *Tilletia barclayana*, grãos cariados e espiguetas estéreis apresentaram maior média sob aplicação de 135 kg ha⁻¹ de N. Estes resultados comprovam os estudos de Templeton (1963); Kumar et al. (1978); Sharma et al. (1999) e Slaton et al. (2001), no qual estes pesquisadores relatam que o uso de

doses elevadas de N aumenta a incidência e a severidade da cárie-do-arroz. Além disto, segundo Gunawardena; Fukai (2005), doses elevadas de N acarretam em maior número de afilhos e grãos por panícula, diminuindo a disponibilidade imediata de assimilados no momento da produção de grãos de pólen, proporcionando um aumento na esterilidade de espiguetas.

Já as variáveis grãos sadios e rendimento de grãos quebrados apresentaram médias superiores com a aplicação de 108 kg ha^{-1} de N, fato este que pode ser explicado em virtude da menor severidade da doença nesta dose de N, concordando com relatos de Slaton et al. (2004), de que a severidade da cárie-do-arroz pode ser diminuída com redução da dose de N, aumentando desta forma o número de grão sadios. Com relação ao rendimento de grãos quebrados, estes foram maiores na dose de 108 kg ha^{-1} em relação à dose de 135 kg ha^{-1} de N. O N é responsável pelo aumento da interceptação da radiação solar, da taxa fotossintética e dos componentes de rendimento (FAGERIA; SANTOS, 2004). Desta forma, pode-se dizer que a menor quantidade deste nutriente, fez com que a planta produzisse fotoassimilados em menor quantidade quando comparadas à maior dose testada (135 kg ha^{-1} de N), sendo assim, os grãos ficam mais frágeis na hora da colheita e do beneficiamento, o que acarretou em maior quebra dos mesmos.

Teste t para duas amostras presumindo variâncias equivalentes

Tabela 7 - Média geral e valores de t calculado para a comparação de duas amostras independentes (108 e 135 kg ha⁻¹), para as variáveis incidência de *Tilletia barclayana* (Incidência); grãos cariados (GC) em %; grãos sadios (GS) em %; esterilidade de espiguetas (EE) em %; produtividade de grãos (PROD), em kg ha⁻¹; rendimento de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ), em %; renda do benefício (RB), em %; e, massa de mil grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.

Variáveis	Média geral 108 kg ha ⁻¹	Média geral 135 kg ha ⁻¹
Incidência ⁽¹⁾	6,16 *	10,40
GC ⁽²⁾	0,49 *	0,90
GS ⁽²⁾	78,24 *	74,79
EE ⁽²⁾	21,26 *	24,30
PROD	8314,86 ^{ns}	8289,22
RGI	61,53 ^{ns}	62,62
RGQ	6,07 *	5,23
RB	67,60 *	67,85
MMG	30,72 *	30,88

⁽¹⁾ Dados calculados a partir de 25 panículas por subparcela, sendo apresentados em porcentagem.

⁽²⁾ Dados calculados a partir da contagem de 400 grãos obtidos através da debulha de 25 panículas por subparcela, sendo apresentados em porcentagem.

* Médias são diferentes pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Médias não apresentam diferenças significativas pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

2.4 Conclusões

- A dose de 135 kg ha⁻¹ de nitrogênio propicia maior incidência e severidade da cárie-do-arroz.
- A cárie-do-arroz é responsável por perdas na qualidade dos grãos, acarretando em maior porcentagem de grãos quebrados.
- O tratamento com o uso de fungicidas, realizado em R₃ é mais eficaz no controle de *Tilletia barclayana* em relação ao controle em R₄.

2.5 Referências bibliográficas

BEIGUELMAN, B. **Curso Prático de Bioestatística**. 5. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC. 2002. 272 p.

BOARD, J. E.; PETERSON, M. L.; RUTGER, J. M. Response of California rice varieties to cool temperature. **California Agricultural**, Califórnia, v. 33, p. 10-11, 1979.

BORREL, A. C. et al. Grain quality of flooded rice is affected by season, nitrogen rate, and plant type. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 50, n. 8, p. 1399-1408, ago. 1999.

CERBARO, L. et al. Identificação da cárie do arroz (*Tilletia barclayana*) na região de Santa Maria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria,. **Anais...** Santa Maria: Orium, 2005. v. 1, p. 525-526, 2005.

CORDEIRO, A. C. C. **Orientações técnicas para o cultivo do arroz de terras altas em Roraima**. Boa Vista, 2003. (Circular Técnica).

COSTA, I. F. D.; LENZ, G. **Cárie do arroz (*Tilletia barclayana*)**. Santa Maria:UFSM. Centro de Ciências Rurais, 2006. 9 p. (Boletim técnico, 1).

COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, Marc./Apr. 2000.

CRUZ, R. P. **Bases genéticas da tolerância ao frio em arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 155 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Del PONTE, E. M. (Ed.) **Fitopatologia.net**: herbário virtual. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual>>. Acessado em 12 set. 2008.

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

EMBRAPA. **Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2**: manual do usuário - ferramental estatístico. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997. 258 p.

EMBRAPA. Importância Econômica, Agrícola e Alimentar do Arroz. in: _____. **Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil**. 2005. Online. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>> Capturado em 10 set. 2008.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: 2006. 306 p.

FUNCK, G. R. D. **Manejo de doenças do arroz irrigado e suas implicações no ambiente**. Online. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=meioambiente>>. Capturado em 02 mar. 2008.

GOODING, M. J. et al. Green leaf area decline of wheat flag leaves: the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield. **Annals Applied Biology**, v. 136, n. 1, p. 77-84, 2000.

GUNAWADERNA, T. A.; FUKAI, S. The interaction of nitrogen application and temperature during reproductive stage on spikelet sterility in field-grown rice. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 56, p. 625-636, 2005.

GUNAWADERNA, T. A.; FUKAI, S.; BLAMEY, F. P. C. Low temperature induced spikelet sterility in rice. I. Nitrogen fertilization and sensitive reproductive period. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 54, p. 937-946, 2003.

HAQUE, M. Z. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on spikelet sterility induced by low temperature at the reproductive stage of rice. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 109, p. 31-36, 1988.

HAYASHI, T. et al. Effects os high nitrogen supply on the susceptibility to coolness at the young microspore stage in rice (*Oryza sativa L.*) **Plant Production Science**, Tokyo, v. 3, n. 3, p. 323-327, 2000.

HEENAN, D. P. Low-temperature induced floret sterility in the rice cultivars Calrose and Inga as influenced by nitrogen supply. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 24, p. 255-259, 1984.

IBGE. **Estatística da produção Agrícola**. Online. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Capturado em 21 Fev. 2008.

JISKANI, M. M. **Diseases of rice: identification and management**, 2001, Sindh Agriculture University, Tandojam. Online. Disponível em: <<http://www.pakstoneconomist.com>> Capturado em 15 de Out. 2008.

KUMAR, I. et al. Fertilizer levels and incidence of bunt disease in rice in India. **International Rice Research Newsletter**, v. 3, n. 4, p. 5, 1978.

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. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4., p. 936-941, jul./ago. 2007.

MIURA, L. Doenças. in: EPAGRI **Arroz irrigado: Sistema pré-germinado**. Florianópolis, Epagri/ GMC, 2002. p. 203-227.

MOTA, F. S. Estudos do clima do Rio Grande do Sul segundo o Sistema de Köppen. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.13, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 1951.

NUNES, C. D. M.; BRANÇÃO, N. **Carvão do arroz: epidemiologia, ocorrência e controle**. Pelotas, 2006. (Comunicado Técnico, n.146).

NUNES, C. D. M. et al. Identificação de doenças de cultuvas alternativas ao arroz irrigado em áreas de várzea. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., Porto Alegre, 2001. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Riograndense do Arroz, 2001. p. 350-352.

RAM, S. et al. Kernel Smut of rice: present status. **International Journal of Tropical Plant Diseases**, v. 16, n. 2, p. 149-167, 1998.

REIS, E. L. et al. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 2. ed. Florianópolis: Insular, 2001. 176 p.

RIBEIRO, A. S. Doenças. in: _____. **Fundamentos da cultura do arroz irrigado**, Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 205-250.

RIBEIRO, A. S. Duas novas doenças do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 26, n. 275, p. 7-9, set./out.1973.

SATAKE, T. Research on cool injury of paddy rice plants in Japan. **Japan Agricultural Research. Quarterly**, Tokyo, v. 4, p. 5-10, 1969.

SANTOS, A. B. dos.; PRABHU, A. S. Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas no desempenho da soca do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, set./dez. 2003.

SHARMA, R. C. et al. Kernel smut major constraint in hybrid seed production of rice and its remedial measures. **Seed Research**. v. 27, p. 82–90, 1999.

SILVA, C. S. da. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade, tratadas com fungicida** 2007. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SLATON, N. A. et al. Effect of nitrogen fertilizer rate and method of application on yield and kernel smut of 'LaGrue' rice in: NORMAN, R. J.; MEULLENET, J. F. (ed.). **Wells rice research studies**. Arkansas: Agricultural Experiment Station, Fayetteville, 2000-2001. p. 210–218. (Research Series, 485).

SLATON, N. A. et al. Grain yield and kernel smut of rice as affected by pre-flood and midseason nitrogen fertilization in Arkansas. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 1, p. 91-99, Jan./Feb. 2004.

TEMPLETON, G. E. Local infection of rice florets by the rice kernel smut organism, *Tilletia horrida*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 51, n. 1, p. 130-131. 1961.

TEMPLETON, G.E. Kernel smut of rice as affected by nitrogen. **Arkansas Farm Research**, Fayetteville, v. 12, n. 5, p. 12, 1963.

TERRES, A. L.; GALLI, J. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**: efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Campinas: Fundação Cargil, p. 83-94. 1985.

WEBSTER, R. K.; GUNNELL, P. S. **Compendium of rice diseases**. Saint. Paul, CABI Publishers 1992. 86 p.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (INTRODUÇÃO GERAL)

COSTA, I. F. D.; LENZ, G. **Cárie do arroz (*Tilletia barclayana*)**. Santa Maria: UFSM. Centro de Ciências Rurais, 2006. 9 p. (Boletim técnico, 1).

GOMES, A. S.; MAGALHÃES, A. M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2004.

IBGE. **Estatística da produção Agrícola**. Online. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Capturado em 21 Fev. 2008.

JISKANI, M. M. **Diseases of rice - identification and management**, 2001, Sindh Agriculture University, Tandojam. Online. Disponível em: <<http://www.pakstoneconomist.com>> Capturado em 15 de Out. 2008.

PEREIRA, J. **Alterações na qualidade tecnológica de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) durante o armazenamento**. 1996. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

RIBEIRO, A. S. Doenças. in: _____. **Fundamentos da cultura do arroz irrigado**, Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 205-250.

ANEXOS

Anexo 1 - Escala de desenvolvimento do arroz irrigado adaptada de COUNCE et al., 2000.

Estádios de Desenvolvimento de Plântula	
S0	Semente seca de arroz
S1	Emergência do coleóptilo ou radícula
S2	Emergência do coleóptilo e radícula
S3	Emergência do perfilo do coleóptilo
Estádios de Desenvolvimento Vegetativo	
V1	Colar formado na 1ª folha do colmo principal
V2	Colar formado na 2ª folha do colmo principal
V3	Colar formado na 3ª folha do colmo principal
V4	Colar formado na 4ª folha do colmo principal
V5	Colar formado na 5ª folha do colmo principal
V6	Colar formado na 6ª folha do colmo principal
V7	Colar formado na 7ª folha do colmo principal
V8	Colar formado na 8ª folha do colmo principal
V9 (VF-4)	Colar formado na 9ª folha do colmo principal, faltando 4 folhas para o surgimento da folha bandeira
V10 (VF-3)	Colar formado na 10ª folha do colmo principal, faltando 3 folhas para o surgimento da folha bandeira
V11 (VF-2)	Colar formado na 11ª folha do colmo principal, faltando 2 folhas para o surgimento da folha bandeira
V12 (VF-1)	Colar formado na 12ª folha do colmo principal, faltando 1 folha para o surgimento da folha bandeira
V13 (VF)	Colar formado na folha bandeira
Estádios de Desenvolvimento Reprodutivo	
R0	Iniciação da Panícula
R1	Diferenciação da Panícula
R2	Formação do colar na folha bandeira
R3	Exserção da panícula
R4	Antese
R5	Elongação do grão
R6	Expansão do grão
R7	Maturidade de um grão da panícula
R8	Maturidade completa da panícula

APÊNDICES

Apêndice 1 - Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: incidência de *Tilletia barclayana* (Incidência.); grãos cariados (GC); grãos sadios (GS) e esterilidade de espiguetas (EE). Dona Francisca, RS. 2008.

Causas de variação	Incidência (25 panículas)	contagem de 400 grãos		
		GC	GS	EE
A**	0,386*	0,956 ^{ns}	346,821 ^{ns}	278,087 ^{ns}
Erro (A)	0,088 ^{ns}	0,691 ^{ns}	478,021 ^{ns}	494,437 ^{ns}
B***	0,018 ^{ns}	0,270 ^{ns}	238,521 ^{ns}	188,021 ^{ns}
A x B	0,209 ^{ns}	0,217 ^{ns}	508,121 ^{ns}	527,321 ^{ns}
Erro (B)	0,100	0,325	375,521	369,882
CVA (%)	21,50	59,54	6,98	26,14
CVB (%)	22,98	40,83	6,19	22,61
Média geral	1,54	1,96	312,98	85,06

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro;

^{ns}: Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Soluções fungicidas.

*** Época de aplicação das soluções fungicidas.

Apêndice 2 - Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: produtividade de grãos (PROD), em kg ha^{-1} ; rendimento de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ), em %; renda do benefício (RB), em %; e, massa de mil grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.

Causas de variação	PROD (kg ha^{-1})	RGI (%)	RGQ (%)	RB (%)	MMG (g)
A**	2164100,890 ^{ns}	40,443 [*]	21,434 [*]	6,467 ^{ns}	4,018 [*]
Erro (A)	826729,583 ^{ns}	7,568 [*]	6,284 [*]	5,472 ^{ns}	0,118 ^{ns}
B***	1986762,492 ^{ns}	29,094 [*]	6,192 ^{ns}	8,442 ^{ns}	0,047 ^{ns}
A x B	495267,177 ^{ns}	5,481 ^{ns}	0,509 ^{ns}	4,032 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Erro (B)	818190,936	2,410	2,319	3,530	0,134
CVA (%)	10,930	4,470	41,300	3,460	1,120
CVB (%)	10,880	2,520	25,080	2,780	1,190
Média geral	8314,86	61,53	6,07	67,60	30,72

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro;

^{ns}: Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Soluções fungicidas.

*** Época de aplicação das soluções fungicidas.

Apêndice 3 - Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: incidência de *Tilletia barclayana* (Incidência); grãos cariados (GC); grãos sadios (GS) e esterilidade de espiguetas (EE). Dona Francisca, RS. 2008.

Causas de variação	Incidência (25 panículas)	GC	contagem de 400 grãos	
			GS	EE
A**	0,579 ^{ns}	1,935 ^{ns}	2429,533 [*]	2232,933 [*]
Erro (A)	0,251 ^{ns}	0,862 ^{ns}	227,111 ^{ns}	202,458 ^{ns}
B***	0,063 ^{ns}	0,798 ^{ns}	1610,083 ^{ns}	1875,000 ^{ns}
A x B	0,064 ^{ns}	0,050 ^{ns}	277,583 ^{ns}	282,750 ^{ns}
Erro (B)	0,178	0,446	580,611	569,458
CVA (%)	29,570	50,310	5,040	14,640
CVB (%)	24,920	36,180	8,050	24,550
Média geral	2,60	3,62	299,17	97,21

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro;

^{ns}: Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Soluções fungicidas.

*** Época de aplicação das soluções fungicidas.

Apêndice 4 - Quadrado médio (QM) da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas na cultura do arroz irrigado, cultivar 422 CL, para as variáveis: produtividade de grãos (PROD), em kg ha⁻¹; rendimento de grãos inteiros (RGI), em %; rendimento de grãos quebrados (RGQ), em %; renda do benefício (RB), em %; e, massa de mil grãos (MMG), em g. Dona Francisca, RS. 2008.

Causas de variação	PROD (kg ha⁻¹)	RGI (%)	RGQ (%)	RB (%)	MMG (g)
A**	1175162,697 ^{ns}	29,322 [*]	4,239 ^{ns}	13,490 [*]	2,466 [*]
Erro (A)	477516,503 ^{ns}	2,938 ^{ns}	2,107 ^{ns}	2,746 [*]	0,156 ^{ns}
B***	1202997,690 ^{ns}	23,492 [*]	11,880 [*]	1,960 [*]	0,152 ^{ns}
A x B	73212,681 ^{ns}	2,199 ^{ns}	1,754 ^{ns}	2,371 [*]	0,014 ^{ns}
Erro (B)	833185,076	1,560	2,338	0,395	0,165
CVA (%)	8,340	2,740	27,750	2,440	1,280
CVB (%)	11,010	1,990	29,220	0,930	1,320
Média geral	8289,22	62,62	5,23	67,85	30,88

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro;

^{ns}: Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Soluções fungicidas.

*** Época de aplicação das soluções fungicidas.