

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

Fernando Luís Perini

**MANEJO DE BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO E SENSIBILIDADE
MICELIAL DE ISOLADOS À DIFERENTES FUNGICIDAS**

Santa Maria, RS, Brasil

2017

Fernando Luís Perini

**MANEJO DE BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO E SENSIBILIDADE MICELIAL
DE ISOLADOS À DIFERENTES FUNGICIDAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Ivan Francisco Dressler Costa

Santa Maria, RS, Brasil
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Perini, Fernando Luis
MANEJO DE BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO E SENSIBILIDADE
MICELIAL DE ISOLADOS À DIFERENTES FUNGICIDAS / Fernando
Luis Perini.- 2017.
67 p.; 30 cm

Orientador: Ivan Francisco Dressler Costa
Coorientadores: Sylvio Henrique Bidel Dornelles,
Ricardo Balardin
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2017

1. Pyricularia oryzae 2. Oryza sativa L. 3. Época de
Semeadura 4. Controle Químico I. Dressler Costa, Ivan
Francisco II. Bidel Dornelles, Sylvio Henrique III.
Balardin, Ricardo IV. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Fernando Luis Perini. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Casemiro de Abreu, n. 690, Casa 21, Bairro Perpétuo Socorro, Santa Maria, RS.
CEP: 97045-120

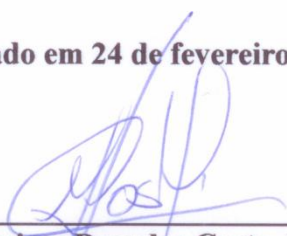
Fonte: (0xx)55 3027-3063; E-mail: perini@ihara.com.br

Fernando Luis Perini

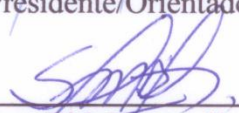
**MANEJO DE BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO E SENSIBILIDADE MICELIAL
DE ISOLADOS À DIFERENTES FUNGICIDAS**

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

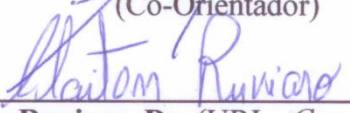
Aprovado em 24 de fevereiro de 2017:



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



Sylvio Henrique Bidet Dornelles, Dr. (UFSM)
(Co-Orientador)



Claiton Ruviano, Dr. (URI – Campus Santiago)

Santa Maria, RS, Brasil
2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Nelci Gorgen Perini e Amantino Jacó Perini (em lembrança), pela educação recebida e espírito de luta inspirado e a minha esposa Marta Perini com quem escolhi ter a luz das nossas vidas Giovana Perini.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho, ocorreu, principalmente, pelo auxílio, compreensão e dedicação de várias pessoas nota 10. Agradeço a Deus e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste mestrado e de uma maneira especial agradeço:

A meu orientador, Ivan Francisco Dressler Costa, e à Iharabras, pela oportunidade de nos permitir conciliar nossas atividades como Engenheiro Agrônomo e realizar o mestrado, e pelos ensinamentos recebidos;

A minha esposa Marta Perini, pelo amor incondicional, pela paciência, dedicação e compreensão necessária no dia a dia;

Aos meus pais Nelci e Amantino (em lembrança) por acreditarem em mim e acima de tudo pelo amor, carinho, dedicação e ensinamentos a mim dedicados.

A minha filha, Giovana Perini, que amo mais que o tamanho do cosmos...

A Biomonte por nos ceder o local, os laboratórios e vários recursos para a realização de nossos experimentos;

Aos colaboradores, estagiários, engenheiros agrônomos da Biomonte, e aos meus colegas Maria Angelita e Higor por estarem sempre dispostos a nos ajudar quando necessário;

Ao prof. Dr. Danie Martini Sanchotene e ao prof. Dr. Sylvio Henrique Bidel Dornelles pelas sugestões, ensinamentos e disposição sempre despendidos;

A UFSM pela oportunidade de concluir mais esta etapa de nossa vida profissional;

A sociedade brasileira por investir em ensino público de qualidade, pois é com muita humildade que agradeço a oportunidade de concluir até agora todas as etapas de minha vida acadêmica de forma gratuita.

Muito obrigado!

Não existe dinheiro público. Existe apenas dinheiro do pagador de impostos.
(Margaret Thatcher)

RESUMO

MANEJO DE BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO E SENSIBILIDADE MICELIAL DE ISOLADOS À DIFERENTES FUNGICIDAS

AUTOR: Fernando Luis Perini

ORIENTADOR: Ivan Francisco Dreesler Costa

A brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, é a doença mais importante da cultura do arroz, podendo causar até 100% de prejuízos à cultura. O manejo cultural, varietal e químico a nível de campo bem como o monitoramento e conhecimento da sensibilidade *in vitro* de isolados de brusone, são ferramentas imprescindíveis para o melhor entendimento e controle desta doença. O objetivo deste projeto, foi avaliar o efeito dos fungicidas mais utilizados no controle de brusone, em três cultivares de arroz irrigado, em duas épocas de semeadura e determinar *in vitro* a sensibilidade do crescimento micelial de dois isolados de *P. oryzae* aos mesmos fungicidas: Triciclazol, Tebuconazole, Azoxistrobina, Trifloxistrobina + Tebuconazole e Casugamicina. Para tal, foi realizado um experimento em nível de campo na safra 2015/2016 em Santa Maria-RS e outro experimento em laboratório. No primeiro experimento foram utilizadas as cultivares GURI INTA CL, PUITÁ INTA CL e IRGA 424 RI, semeadas no início e no final da época recomendada e essas submetidas aos mesmos fungicidas. O segundo experimento, testou os fungicidas anteriormente citados nas concentrações de 0, 0.01, 0.1, 1, 10 e 100 ppm em dois isolados de brusone. Concluiu-se que a cultivar IRGA 424 RI mostrou-se resistente à brusone e que para a manutenção dos patamares produtivos nas cultivares suscetíveis a *P. oryzae*, principalmente na segunda época de semeadura, torna-se necessário a adoção de fungicidas mais eficientes. Em relação ao crescimento micelial *in vitro*, constatou-se à nível nacional, a primeira insensibilidade de um isolado de *P. oryzae* aos ingredientes ativos Triciclazol e Azoxistrobina.

Palavras-chave: *Pyricularia oryzae*. *Oryza sativa* L.. Época de semeadura. Controle Químico.

ABSTRACT

MANAGEMENT OF BLAST RICE IN IRRIGATED RICE AND MICELIAL SENSITIVITY OF ISOLATED TO DIFFERENT FUNGICIDES

AUTHOR: Fernando Luis Perini
ADVISOR: Ivan Francisco Dreesler Costa

The blast rice, caused of fungus *Pyricularia oryzae* is the most important rice crop disease and can cause up to 100% crop damage. The cultural, varietal and chemical management at the field level and the monitoring and knowledge of *in vitro* blast isolates sensitivity are essential tools for better understanding and control of this disease. The objective of this project was to evaluate the effect of the fungicides most used in blast control in three cultivars of irrigated rice in two sowing seasons and to determine *in vitro* the sensitivity of the mycelial growth of two isolates of *P. oryzae* to the same fungicides: Triciclazole, Tebuconazole, Azoxystrobin, Trifloxystrobin + Tebuconazole and Casugamycin. For that, an experiment was carried at the field level in the 2015/2016 cropseason in Santa Maria-RS and another experiment in the laboratory. In the first experiment the cultivars used were Guri INTA CL, Puitá INTA CL and IRGA 424 RI sown in the beginning and end of the recommended period and submitted to the same fungicides. The second experiment tested the fungicides at concentrations of 0, 0.01, 0.1, 1, 10 and 100 ppm in two isolates of blast. It was concluded that the cultivar IRGA 424 IR showed to be resistant to blast and that for the maintenance of productive levels in the cultivars susceptible to *P. oryzae*, especially in the second sowing season, the adoption of more efficient fungicides is indispensable. In relation to mycelial growth *in vitro*, the first insensitivity of a *P. oryzae* isolate to the active ingredients Triciclazol and Azoxystrobin was verified at the national level.

Keywords: *Pyricularia oryzae*. *Oryza sativa* L.. Sowing season. Chemical control.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1 - Crescimento micelial em meio de cultura do isolado 1 do fungo *Pyricularia oryzae*, proveniente da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), em diferentes concentrações (ppm) de diferentes fungicidas. A: Triciclazol; B: Tebuconazole; C: Azoxistrobina; D: Trifloxistrobina + Tebuconazole; E: Casugamicina. Santa Maria – RS. 2017.....51
- Figura 2 - Crescimento micelial em meio de cultura do isolado 1 do fungo *Pyricularia oryzae*, proveniente da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), em diferentes concentrações (ppm) de diferentes fungicidas. A: Triciclazol; B: Tebuconazole; C: Azoxistrobina; D: Trifloxistrobina + Tebuconazole; E: Casugamicina. Santa Maria – RS. 2017.....52

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz IRGA 424 RI (<i>Oryza sativa</i> L.) na primeira época de semeadura.....	58
Apêndice B - Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz IRGA 424 RI (<i>Oryza sativa</i> L.) na segunda época de semeadura.....	59
Apêndice C - Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Guri INTA CL (<i>Oryza sativa</i> L.) na primeira época de semeadura.....	60
Apêndice D - Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Guri INTA CL (<i>Oryza sativa</i> L.) na segunda época de semeadura.....	61
Apêndice E - Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Puitá INTA CL (<i>Oryza sativa</i> L.) na primeira época de semeadura.....	62
Apêndice F - Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Puitá INTA CL (<i>Oryza sativa</i> L.) na segunda época de semeadura.....	63

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Anexo 1. Lista com as 10 cultivares mais semeadas no estado do Rio Grande do Sul na safra 2015/2016 bem como a percentagem de área ocupada por cada cultivar. IRGA, 2017.....	64
Anexo B - Anexo B. Dados meteorológicos coletados pela estação meteorológica instalada na Estação Experimental da empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, durante a condução do experimento de campo realizado. De 10.10.2015 até 10.12.2015. Santa Maria – RS, 2017.....	65
Anexo C. Dados meteorológicos coletados pela estação meteorológica instalada na Estação Experimental da empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, durante a condução do experimento de campo realizado. De 10.12.2015 até 09.02.2016. Santa Maria – RS, 2017.....	66
Anexo D. Dados meteorológicos coletados pela estação meteorológica instalada na Estação Experimental da empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, durante a condução do experimento de campo realizado. De 10.02.2016 até 16.04.2016. Santa Maria – RS, 2017.....	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Cultura do arroz (<i>Oryza sativa</i> (L.))	16
2.2 <i>Pyricularia oryzae</i>	16
2.3 Época de semeadura	18
2.4 Resistência das cultivares de arroz a brusone	19
2.5 Fungicidas	20
2.6 Sensibilidade de patógenos a fungicidas	22
3. PROPOSIÇÕES	24
4. CAPÍTULO I. EFICÁCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DE <i>Pyricularia oryzae</i> EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO	25
Resumo	25
Abstract	25
Introdução	26
Material e métodos	27
Resultados e discussão	30
Conclusões	37
Referências bibliográficas	37
5. CAPÍTULO II. AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE <i>in vitro</i> DO CRESCIMENTO MICELIAL DE DOIS ISOLADOS DE <i>Pyricularia oryzae</i> A FUNGICIDAS	40
Resumo	40
Abstract	40
Introdução	41
Material e métodos	42
Resultados e discussão	44
Conclusões	48
Referências bibliográficas	49
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
8. APÊNDICES	58
9. ANEXOS	64

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) apesar de não ser considerada uma *commoditie* agrícola, apresenta fundamental importância econômica e social, constituindo a base alimentar para mais de três bilhões de pessoas no mundo. Embora países do continente asiático sejam os maiores produtores de arroz, o Brasil destaca-se como o oitavo produtor mundial e maior produtor da América do Sul (FAO, 2016).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz, sendo que a cultura é responsável por gerar uma receita bruta de mais de cinco bilhões de reais, o que representa mais de 3% do ICMS e 2,74% PIB do estado.

Devido ser o segundo cereal mais utilizado na dieta humana, principalmente em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, perdas decorrentes de fatores abióticos na produção da cultura podem impactar diretamente sobre a disponibilidade deste alimento. Doenças como a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, destaca-se como uma das principais doenças no mundo, capaz de reduzir em até 100% a produtividade da cultura do arroz (PRABHU; FILIPPI, 2006).

A adoção de manejos como forma de controle de brusone na cultura do arroz, pode ser realizado de maneira integrada, através da associação dos métodos cultural, varietal e químico, sendo esses dois últimos, os mais efetivos na redução de danos causados pela doença (SOSBAI, 2014).

O manejo cultural pode ser realizado através de boas práticas agrícolas, como a escolha da época de semeadura mais adequada para cada cultivar, preconizando-se semeaduras dentro do período recomendado, o qual apresenta fatores favoráveis para a expressão do potencial produtivo das cultivares, como menor pressão de inóculo, maior aproveitamento da radiação solar e da temperatura, entre outros.

A utilização de cultivares resistentes à brusone é uma das medidas mais efetivas no manejo da doença. Entretanto, devido a elevada variabilidade genética do patógeno, em pouco tempo, cultivares resistentes tornam-se suscetíveis ao patógeno (PRABHU, 2002).

Em função da curta durabilidade da resistência vertical e ao aumento da suscetibilidade das cultivares que possuem resistência parcial, torna-se imprescindível a utilização de fungicidas químicos no controle da brusone (PRABHU; FILIPPI, 2006), auxiliando na manutenção do prolongamento da vida útil de cultivares com resistência à doença.

O controle químico da brusone, por meio da aplicação de fungicidas, caracteriza-se como uma importante medida na mitigação dos danos causados pela doença, assegurando

estabilidade produtiva e retorno econômico da cultura ao produtor. É devido ser considerada uma estratégia essencial no manejo da doença, proporcionando um ganho no rendimento de grãos, que a aplicação de fungicidas é difundida em mais de 820 mil hectares desde 2008 no estado do Rio Grande do Sul (BAYER et al., 2014).

Embora o número de ingredientes ativos registrados no Brasil para o controle de brusone seja significativo (AGROFIT, 2017), limitados são os mecanismos de ação empregados no manejo da doença. Sendo mais representativos em uso, os que são responsáveis pela inibição: da biossíntese da melanina, biossíntese do esterol, respiração mitocondrial e também síntese de aminoácidos e proteínas.

Ingredientes ativos como o Triciclazol, o qual possui como mecanismo de ação a inibição da biossíntese da melanina (MBI's), caracteriza-se como um dos fungicidas mais utilizados no manejo químico da brusone, apresentando um histórico de uso de aproximadamente 35 anos (FRAC, 2013). Entretanto, o uso contínuo de apenas um ingrediente ativo, associado ao patógeno com uma alta variabilidade genética, pode acarretar em isolados com insensibilidade ao fungicida.

Considerando-se o acima exposto e visto a importância do manejo integrado e da identificação da sensibilidade de brusone a fungicidas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do controle químico em diferentes épocas de semeadura e diferentes cultivares sob a incidência e a severidade ocasionada pela *Pyricularia oryzae* na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), bem como realizar a determinação da sensibilidade *in vitro* do crescimento micelial de *P. oryzae* a fungicidas.

O capítulo I refere-se ao estudo da influência sob a severidade foliar e a incidência em panículas de *P. oryzae* através do manejo de duas épocas de semeadura dentro do período recomendado, utilizando-se três cultivares de arroz, submetidas à aplicação foliar com os cinco fungicidas químicos mais usuais na cultura do arroz. O capítulo II aborda a identificação da sensibilidade *in vitro* do crescimento micelial de *P. oryzae* em resposta a utilização dos cinco fungicidas de maior uso em lavouras orízicolas. Ambos os capítulos estão formatados de acordo com as normas para publicação na revista “Pesquisa Agropecuária Brasileira”.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do arroz (*Oryza sativa* (L.))

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área aproximada de 163 milhões de hectares, sendo que mais de 75% do cultivo é realizado em sistema irrigado. É um cereal de grande importância econômica e social, sendo a base alimentar para mais de três bilhões de pessoas no mundo (FAO, 2016).

O arroz é originário da Índia ou China. Sabe-se que era uma planta sagrada do Imperador da China por volta de 2.800 A.C (FLANDRIN; MONTANARI, 1998). No Brasil o arroz foi introduzido pela frota de Pedro Álvares Cabral, mas seu cultivo foi relatado após 1530 na Capitania de São Vicente, hoje São Paulo. Se difundiu para outros locais litorâneos, principalmente como lavouras de subsistência e principalmente na região Nordeste (PEREIRA, 2002).

A primeira lavoura empresarial no estado do Rio Grande do Sul, foi em Pelotas, no ano de 1904. Depois a cultura do arroz chegou a Cachoeira do Sul - RS, que foi por um longo tempo reconhecida como capital nacional do arroz (CONAB, 2017).

No Brasil, a maior parcela da produção de arroz provém do cultivo irrigado, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor nacional e responsável por cerca de 60% do total produzido. Nos últimos anos, a produtividade de arroz irrigado no estado obteve um acréscimo contrapondo à diminuição da área cultivada com o cereal (SOSBAI, 2014). Esse acréscimo em rendimento produtivo é decorrente da utilização de novas cultivares de alto potencial genético.

No Brasil, segundo dados da CONAB (2017), em uma área de 1.395.000 hectares cultivados na safra de 2016/2017, serão produzidas 10.777.700 toneladas de arroz, com uma produtividade média de 7.428 kg ha⁻¹. No estado do Rio Grande do Sul, em uma área de 1.100.700 hectares cultivados na safra de 2016/2017, serão produzidas 8.475.400 toneladas de arroz, com uma produtividade média de 7.700 kg ha⁻¹.

2.2 *Pyricularia oryzae*

O agente causal de brusone do arroz pode ser encontrado referenciado com vários nomes. Para a sua fase assexuada, a qual é encontrada comumente no campo, o agente

causal da doença é denominado de *Pyricularia oryzae*. Inicialmente foi denominada de *Trichothecium griseum* Cooke (Cooke; Ellis, 1879), posteriormente *Pyricularia grisea* e depois *Pyricularia oryzae*. Sawada (1917) estabeleceu através de testes de patogenicidade duas espécies: *P. grisea* infectando *Digitaria sanguinalis* e milho, e *P. oryzae* infectando o arroz, cevada e trigo. Thomas (1939) demonstrou que o isolado de milho não infectava o arroz e que *P. oryzae* isolado de arroz causava doença em trigo, cevada, aveia, milho e milho. O fungo patogênico do arroz não foi distinguível morfológicamente de patógenos de outros hospedeiros, e todo o grupo foi definido com o nome de *P. grisea* (ROSSMAN et al., 1990). No entanto, uma grande parte da literatura já havia adotado o nome de *P. oryzae*, o qual permaneceu.

A fase assexuada (anamórfica) da *P. oryzae* apresenta esporos assexuados denominados de conídios, os quais são periformes, obclavados, apresentando geralmente dois septos, com base circular e ápice fino, levemente escuros ou hialinos, com pequeno hilo na base, os quais se ligam aos conidióforos pelo lado mais dilatado. Os conidióforos são longos, septados, simples ou em pequenos feixes, raramente ramificados, simpodiais, geniculados com a parte basal mais larga do conidióforo, de cor marrom pálido (KIMATI et al., 2005).

A fase sexual (teleomórfica) foi primeiramente chamada de *Ceratospheeria grisea* e foi descoberta por Hebert em 1971 e posteriormente foi denominada de *Magnaporthe grisea*. Através de um estudo que investigou a relação filogenética entre isolados de *M. grisea*, proveniente de diversos hospedeiros e realizando uma genealogia multilocus a partir de fragmentos de sequência de DNA dos genes de actina, beta-tubulina e calmodulina e com testes de fertilidade entre isolados, Couch; Kohn (2002) concluíram que espécies que infectam *Digitaria spp.* (capim-colchão) devem ser, denominados de *M. grisea*, enquanto aos outros isolados caracterizados, incluindo o patogênico ao arroz devem ser referidos como *M. oryzae*.

A infecção da *P. oryzae* ocorre através dos conídios que entram em contato com a superfície das folhas do hospedeiro e se fixam quando hidratada, através de uma mucilagem produzida em compartimentos existentes nas duas extremidades (PRABHU; FILIPPI, 2006). Os conídios germinam sob condições ambientais favoráveis, umidade de 92 a 96%, e após 30 a 90 minutos da presença de água. Existe a formação de um tubo germinativo pela célula basal ou apical de um conídio após 2 horas. O tubo germinativo surge de uma das células terminais do conídio, crescendo apicalmente durante quatro horas. Depois disto, o

crescimento do tubo germinativo cessa e o mesmo recurva-se e diferencia-se em uma estrutura denominada apressório, a qual é especializada na infecção.

Durante a formação do apressório, o mesmo desenvolve uma camada de melanina, que é facilmente permeável à água, mas não ao soluto, facilitando a penetração devido a manutenção de uma alta pressão interna de turgor. Depois da completa formação, uma hifa estreita de penetração, denominada peg, surge do poro central do apressório. Após a penetração, o peg de penetração diferencia-se em hifas infectivas primárias, não ramificadas que, por sua vez, desenvolvem hifas invasivas lobadas e bulbosas, nas células da planta (Howard; Valent, 1996), resultando no desenvolvimento das lesões da brusone (Tucker; Talbot, 2001) e o fungo reinicia o ciclo de infecção produzindo mais conídios (Ding et al., 2009), os quais podem ainda permanecer em restos culturais ou em plantas de arroz (KIMATI et al., 2005).

Em ambientes agrícolas, as epidemias de brusone são policíclicas e a taxa é dependente das condições climáticas. Sendo que em regiões temperadas, a epidemia de brusone pode ter de 7 a 8 ciclos por estação ou ano, enquanto que nas regiões tropicais podem ocorrer de 10 a 15 ciclos por estação (GARRIDO, 2001). Em média 6 dias são necessários para a formação de uma lesão, e após a infecção uma lesão típica é capaz de produzir de 2.000 a 6.000 conídios por dia por aproximadamente 14 dias em condições de laboratório (OU, 1985).

Pequenas lesões necróticas, de cor marrom iniciam-se nas folhas, as quais crescem e tornam-se elípticas, com margem marrom e centro cinza ou esbranquiçado. As vezes a planta inteira pode morrer, ou apenas algumas folhas podem cair em função das lesões que podem coalescer. Os sintomas são visualizados a partir do escurecimento da área infectada, a qual pode obstruir a circulação da seiva e provocar o acamamento da planta ou a quebra no local infectado. Se a infecção ocorrer antes da fase leitosa na panícula, a mesma morre e apresentará a coloração parda. Se a infecção na panícula ocorrer mais tardiamente, os danos são limitados somente às áreas afetadas. Em condições muito favoráveis a doença o fungo pode produzir conídios nas espiguetas e causar o chochamento completo dos grãos na fase leitosa (PRABHU et al., 1995).

2.3 Época de semeadura

De acordo com Silva-Lobo et al., (2012) no município de Santo Antonio de Goiás – GO avaliaram-se 12 épocas de semeadura e cinco níveis de adubação nitrogenada em

cobertura na cultivar de arroz BRS Bonança, a qual é suscetível a brusone e concluíram que a relação entre o teor de clorofila da folha e a severidade da doença nas panículas foi linear e positiva e que nas três últimas épocas de semeadura a severidade da doença foi significativamente menor.

Faghani et al., (2011) demonstram em duas cultivares do Norte do Irã, que semeaduras tardias propiciam diminuição na produtividade em função principalmente da redução do peso de 1000 grãos e do aumento da esterilidade de espiguetas.

Segundo a SOSBAI (2014) a época de semeadura é um dos fatores mais importantes para a produtividade do arroz irrigado. Sendo necessário a mesma ser planejada de forma que a fase reprodutiva da cultura coincida com os dias de maior radiação solar e em função da baixa probabilidade de ocorrer temperaturas baixas durante a fase produtiva. Recomenda-se para o início da semeadura das cultivares precoces, 10 dias depois do início da semeadura das cultivares de ciclo médio. Para a semeadura no final do período recomendado, devem ser recomendadas as cultivares de ciclo precoce.

O período recomendado para a semeadura do arroz irrigado em cada município do Rio Grande do Sul e Santa Catarina é definido de acordo com cada cultivar no zoneamento agrícola publicado anualmente no diário oficial da União, sendo que esta faixa pode ser considerada ampla, já que começa no início de setembro e se estende até meados de dezembro.

A medida que se deseja aumentar o potencial e a estabilidade de produtividade das lavouras orizícolas, é fundamental entender melhor o efeito da brusone nas diferentes cultivares em épocas diferentes de semeadura dentro do período recomendado.

2.4 Resistência das cultivares de arroz à brusone

A utilização de genes de resistência é uma das principais formas e ecologicamente mais adequada para o controle de brusone, Foram identificados mais de 90 genes R de resistência de cultivares de arroz a *P. oryzae* (FUKUOKA et al.,). Os genes: Pib, Pi-ta, Pi9, Pi2, Piz-t, Pi36, Pi37, Pikm, Pit, Pi5, Pid3, Pi54 (Pikh), Pish, Pik, Pik-p, Pia, Pi25, Pb1, Pi1, Pi-d2 e Pi21 já foram clonados e caracterizados (LIU et al., 2013).

Foram identificadas também 15 proteínas efetoras (Avr) de *P. oryzae*, denominadas de PWL1, PWL2, AvrPi-ta, AvrPiz-t, Avr-Pia, AvrPii, Avr-Pik/km/kp, ACE1,

AVR1-CO39, BAS1, BAS2, BAS3, BAS4, Slp1 e MC69 (LIU et al., 2013). Estas proteínas são secretadas pelo patógeno no citoplasma da planta, interferindo na defesa da mesma.

O reconhecimento por uma molécula receptora da planta (produzida pelo gene R) de uma molécula efetora do patógeno (produzida por um gene Avr) desencadeia vias de transdução de sinais, levando a ativação de um mecanismo de resistência com respostas locais e sistêmicas, resultando em uma resposta no local da infecção, não ocorrendo o desenvolvimento da doença (BALLINI et al., 2013). No entanto, para que ocorra a doença, a infecção pelo patógeno não pode ser reconhecida pela planta e para isso o patógeno não pode possuir o gene de avirulência.

Os genes R tem sido utilizado em melhoramento genético, devido geralmente serem dominantes e conferirem altos níveis de resistência. A desvantagem da utilização destes genes é que muitas vezes não são duráveis, porque os patógenos podem evoluir reconhecendo os genes R (BOYD et al., 2013).

Embora se faça uso de cultivares de arroz resistentes à brusone existe dificuldade de se conseguir uma resistência efetiva e duradoura em uma cultivar utilizada em larga escala (CASELA; GUIMARÃES, 2005). Cultivares podem tornarem-se suscetíveis em poucos anos (KHUSH; JENA, 2009).

Na safra 2015/2016 no estado do Rio Grande do Sul, as três cultivares de arroz irrigado mais cultivadas foram: Guri INTA CL, Puitá INTA CL e IRGA 424 RI CL, os quais ocuparam respectivamente 283.271,00 ha, 214.957,00 ha e 142.075,00 ha, perfazendo cerca de 60% da área (IRGA, 2017).

Quanto à suscetibilidade à brusone da folha e da panícula as cultivares Guri INTA CL e Puitá INTA CL são classificados como MS (média-suscetível), enquanto que a cultivar IRGA 424 RI CL é classificado como R (resistente) (SOSBAI, 2014).

Desta forma, é fundamental o acompanhamento da suscetibilidade das cultivares à brusone mais utilizadas no RS e a resposta das mesmas à diferentes épocas de semeadura.

2.5 Fungicidas

O controle químico proporcionado pelo uso de fungicidas será mais eficiente se procedido pelo manejo integrado da cultura, com a utilização de cultivares tolerantes a

brusone, o suprimento adequado de nitrogênio, um bom manejo de água e sementes dentro do período recomendado.

O controle químico deverá basear-se principalmente em três aspectos: estimativa da necessidade de uso de fungicida; época e número de aplicações e a escolha dos produtos. A estimativa da necessidade de uso de fungicida deve avaliar a resposta economicamente viável. Ou seja, o valor da perda de produtividade e qualidade de grãos deve ser maior que o custo de seu controle. Portanto, deve-se verificar o grau de incidência da doença e o estágio de desenvolvimento da cultura, para a tomada de decisão quanto ao controle. Em áreas com histórico de brusone, recomenda-se uma ou duas aplicações de fungicidas, sendo a primeira no estágio de emborrachamento tardio, e a segunda 10 a 15 dias após. Sob condições favoráveis ao ataque de brusone, recomenda-se usar produtos específicos, sistêmicos ou protetores, com enfoque eminentemente protetor (SOSBAI, 2014).

A maior eficácia dos fungicidas para o controle de brusone de panícula na cultura do arroz irrigado ocorre quando são realizadas duas aplicações nos estádios R2 e R4 da cultura (SCHEUERMANN; EBERHARDT, 2011).

Na Índia, Ganesh et al., (2012) em um estudo com os fungicidas mancozeb, carbendazin, propiconazole, thiophanate methyl, triciclazole, benomyl, ediphenphos e kitazine para o controle de brusone da folha em arroz irrigado, identificou como os mais eficazes os fungicidas triciclazole, ediphenphos e kitazine. Destes fungicidas considerados mais eficientes para o controle de *P. oryzae*, somente o triciclazol está em uso no Brasil para o controle de brusone.

Em trabalhos realizados por Gaikwad; Balgude (2016), os testes testaram os fungicidas metominostrobin (0,05; 0,10 e 0,20%), triciclazole (0,06%), isoprothiolane (0,15%) e propiconazole (0,10%) no controle de brusone do arroz e concluíram que o fungicida metominostrobin (0,20%) proporcionou o maior controle entre os fungicidas testados, reduzindo 77,8% a brusone da folha e 45,68% a brusone da ráquis da panícula. Existem disponíveis entre os fungicidas anteriormente citados, os fungicidas triciclazole e propiconazole, enquanto que o fungicida metominostrobin deve ser registrado brevemente.

No Brasil, embora existam 44 fungicidas registrados para o controle de brusone na cultura do arroz (AGROFIT, 2017), limitadas são as informações sobre a eficiência de cada ingrediente ativo em nível de campo e em laboratório.

2.6 Sensibilidade de patógenos à fungicidas

O uso de fungicidas representa um dos principais métodos de controle de doenças em plantas. A facilidade de aplicação e os resultados imediatos proporcionados pelos mesmos, os tornaram difundidos em diversas culturas.

Estes são muitas vezes uma parte vital do manejo de doenças, pois apresentam um controle satisfatório sobre as doenças, uma vez que somente a utilização de práticas culturais muitas vezes não proporcionam controle adequado das doenças, cultivares resistentes muitas vezes não estejam disponíveis ou não são aceitas pelo mercado e algumas culturas de alto valor têm uma tolerância extremamente baixa à ocorrência dos sintomas causados pelas doenças (GHINI; KIMATI, 2002). Entretanto, o uso contínuo de fungicidas pode promover a seleção de fungos fitopatogênicos menos sensíveis, não mais eficazes no controle anteriormente realizado, colocando em risco a eficiência do método.

O termo sensibilidade indica o oposto de resistência, todas as linhagens resistentes apresentam, por definição, uma redução na sensibilidade. Porém, o termo insensibilidade não deve ser usado como sinônimo de resistência, de forma que o termo sugere a completa falta de sensibilidade e assim sendo incorreto a utilização do termo na prática.

A redução da sensibilidade aos fungicidas é uma característica da adaptação e herança de um fungo a uma determinada dose de fungicida, o qual anteriormente proporcionava um controle satisfatório (GHINI; KIMATI, 2002). Dentre os grupos de fungicidas com ocorrência da redução da sensibilidade constatada, destacam-se os Benzodiazóis, Triazóis, Estrubirulinas e Antibióticos (FRAC, 2013).

Em reporte realizado por Kunova et al., (2012), foram identificados resultados distintos nas formas de avaliação de inibição de *P. oryzae* com o uso do fungicida Triciclazol, sendo que a dose efetiva para inibição (ED_{50}) do crescimento micelial obteve-se com o equivalente a 100 ppm e a inibição da esporulação do patógeno foi obtida com 0,072 ppm, onde ED_{50} é a dose efetiva capaz de causar a mortalidade de 50% da população (GHINI; KIMATI, 2002).

Menores níveis de sensibilidade de *P. oryzae* a fungicidas do grupo das estrubirulinas foram constatados por Ma; Uddin (2009) nos EUA, identificando uma alta germinação de esporos de isolados de *P. oryzae* com o uso de azoxistrobina. Hsieh et al., (2013) em Taiwan, identificou aproximadamente 82 isolados com baixa sensibilidade (>10 ppm) à Azoxistrobina, através da avaliação do crescimento micelial do patógeno em placas de petri.

Em avaliações da sensibilidade de *P. oryzae* a fungicidas do grupo dos triazóis, como o Propiconazole, Pak et al., (2016) identificou uma moderada redução na germinação dos conídios do patógeno. Neste sentido, resultados obtidos por Singh et al., (2015) na Índia, também demonstraram uma redução da sensibilidade do crescimento micelial de *P. oryzae* a tebuconazole. Estes mesmos autores, também identificaram uma significativa redução da sensibilidade do crescimento micelial do patógeno (aproximadamente $ED_{50} = 200$ ppm), quando exposto ao fungicida Casugamicina, pertencente ao grupo dos Antibióticos.

Entre os fatores que contribuem para a redução da sensibilidade de um isolado a um fungicida, está o produto aplicado, intensidade do uso e características do organismo (ZAMBOLIM et al., 2007). A aplicação de fungicida pode ser realizada em função de estratégias para o prolongamento da sensibilidade dos alvos fitopatogênicos. Estas estratégias são baseadas no princípio de que quando há aplicação do mesmo, também ocorre uma pressão de seleção sobre a população do patógeno, podendo, a longo ou curto prazo, dependendo da resistência genética envolvida, resultar na seleção e predominância de indivíduos menos sensíveis na população alvo (GHINI; KIMATI, 2002).

As características do patógeno responsáveis pela ocorrência de isolados com menor sensibilidade, estão associadas a variabilidade genética da população do fungo no momento da aplicação (quanto mais significativa a população, maior a chance da ocorrência de isolados menos sensíveis) e a presença de reprodução sexual do patógeno (característica importante no aumento das chances do surgimento de isolados com baixa sensibilidade). Logo após o surgimento de uma nova população em decorrência da utilização de fungicidas, a seleção de isolados menos sensíveis na natureza pode ocorrer em função do próprio patossistema, devido ao potencial reprodutivo do patógeno, da sua adaptabilidade ao meio ou “fitness” e da pressão de seleção exercida sobre a população sensível (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2001).

3. PROPOSIÇÕES

1. Existem diferenças no controle de brusone entre os fungicidas mais utilizados na cultura do arroz e em decorrência da época de semeadura.
2. Deve ser preconizado o uso de fungicidas mais eficientes no controle de brusone, principalmente nas semeaduras mais próximas do final do período recomendado.
3. Isolados de *P. oryzae* provenientes de duas regiões do país, apresentam *in vitro* distinção da sensibilidade do crescimento micelial à fungicidas.

4. CAPÍTULO I. EFEITO DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DE *Pyricularia oryzae* EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos fungicidas mais utilizados no controle de brusone em três cultivares de arroz irrigado em duas épocas de semeadura. O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, em área de cultivo consolidado de arroz irrigado no município de Santa Maria/RS. O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. As cultivares utilizadas foram GURI INTA CL, PUITÁ INTA CL e IRGA 424 RI semeadas no início e no final da época recomendada e submetidas aos fungicidas Triciclazol, Tebuconazole, Azoxistrobina, Trifloxistrobina e Casugamicina. Foram realizadas duas aplicações dos fungicidas, em R2 (emborrachamento) e R4 (pleno florescimento). A cultivar IRGA 424 RI mostrou-se resistente à brusone. Para a manutenção dos patamares produtivos nas cultivares suscetíveis a *Pyricularia oryzae*, principalmente na segunda época de semeadura, a adoção de fungicidas mais eficientes foi indispensável. Semeaduras tardias, mesmo que dentro do período recomendado, aumentaram a severidade da brusone na folha bandeira e a incidência de brusone da panícula nas cultivares suscetíveis à doença. Os tratamentos fungicidas constituíram uma importante ferramenta de controle no manejo de *P. oryzae*, destacando-se o Triciclazol.

Palavras chave: *Oryza sativa*. Brusone. Resistência genética. Controle químico.

Abstract

EFFECT OF FUNGICIDES IN THE CONTROL OF *Pyricularia oryzae* IN DIFFERENT SOWING SEASONS OF PADDY RICE CULTIVARS

The objective of this work was to evaluate the effect of the fungicides most used in blast rice control in three cultivars of paddy rice in two sowing seasons. The experiment was conducted in the 2014/2015, in area of consolidated an irrigated rice cultivation in the city of Santa Maria / RS. The experimental model followed the randomized block model with subdivided plots, with four replications for treatment. The cultivars used were GURI INTA CL, PUITÁ INTA CL and IRGA 424 RI, which were sown at the beginning and end of the recommended period and were submitted to the fungicides Triciclazole, Tebuconazole, Azoxystrobin, Trifloxystrobin and Casugamycin. Two applications of the fungicides were carried out in R2 (booting) and R4 (flowering). IRGA 424 IR showed resistance to blast. For the maintenance of productive levels in the cultivars susceptible to *Pyricularia oryzae*, especially in the second sowing season, the adoption of more efficient fungicides was indispensable. Late sowing, even within the recommended period, increased the severity of blast in the flag leaf and the incidence of panicle blast in cultivars susceptible to disease. Fungicide treatments constituted an important control tool in the management of *P. oryzae*, with emphasis on Triciclazole.

Keywords: *Oryza sativa*. Blast rice. Genetic resistance. Chemical control.

48 **Introdução**

49

50 O estado do Rio Grande do Sul destaca-se como o principal estado produtor de
51 arroz (*Oryza sativa* L.) no país, responsável por uma produção de cerca de 8,2 milhões
52 de toneladas de grãos e sementes em uma área equivalente a 1,1 milhões de hectares, com
53 uma produtividade média de 7,5 t.ha⁻¹ (CONAB, 2017). A brusone é um dos principais
54 fatores limitantes para atingir o potencial produtivo das cultivares de arroz irrigado.
55 Prabhu et. al., (2009) relata que a doença pode fazer com que alguns produtores não
56 colham nenhuma saca de arroz.

57 A brusone é causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* tanto em sua fase sexuada ou
58 assexuada (HAWKSWORTH et al., 2011). A doença é capaz de infectar as folhas,
59 manifestando-se na forma de pequenas lesões necróticas, as quais evoluem, podendo
60 coalescer e provocar a senescência antecipada da folha (WILSON; TALBOT, 2009). Nas
61 panículas, os danos sobre a produtividade da cultura podem ultrapassar os 50%, devido à
62 obstrução do fluxo de seiva para os grãos, resultando em uma redução no peso de grãos
63 e ou até mesmo na esterilidade total da panícula (PRABHU et al., 2003).

64 A *Pyricularia oryzae* é a doença mais importante da cultura do arroz, por poder
65 provocar perdas de até 100% na produtividade. A intensidade do dano é proveniente das
66 medidas de manejo adotadas, do grau de resistência da cultivar e das condições climáticas
67 (radiação solar e temperatura) (SILVA-LOBO, 2012). Para manter a população do
68 patógeno em níveis toleráveis, sem causar danos econômicos à cultura, Prabhu; Filippi,
69 (2006) sugerem a adoção de um conjunto de medidas preventivas como a resistência
70 genética da cultivar, práticas culturais adequadas e controle químico.

71 A época de semeadura é um dos principais fatores que determinam a
72 produtividade de grãos do arroz irrigado (Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado
73 (SOSBAI), 2014), pois semeaduras realizadas no período recomendado, interferem na
74 ocorrência de doenças e maximizam o aproveitamento da temperatura e da radiação solar
75 pelas plantas, em cada fase de desenvolvimento do ciclo biológico da cultura.

76 A utilização de cultivares resistentes é uma das medidas mais efetivas para o
77 controle da brusone. Entretanto, devido a elevada variabilidade genética do patógeno, em
78 pouco tempo, cultivares resistentes tornam-se suscetíveis ao patógeno (PRABHU et al.,
79 2002). Em função da curta durabilidade da resistência vertical e ao aumento da

80 suscetibilidade das cultivares com resistência parcial, o uso de fungicidas torna-se
81 primordial no controle da brusone (PRABHU; FILIPPI, 2006).

82 No Brasil, embora existem 44 fungicidas registrados para o controle de brusone
83 na cultura do arroz (AGROFIT, 2017), na safra 2014/2015, observou-se que apenas 5
84 ingredientes ativos foram utilizados em mais de 90% da área tratada. Os ingredientes
85 ativos mais utilizados foram, respectivamente: Triciclazol, Tebuconazole, Azoxistrobina,
86 Trifloxistrobina e Casugamicina.

87 Nos últimos anos aumentou-se o número de aplicações de fungicidas na cultura
88 do arroz no estado do Rio Grande do Sul, em função do aumento da suscetibilidade à
89 brusone das cultivares, em especial as cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL.
90 Além disto, o aumento do potencial produtivo das cultivares e o retorno econômico
91 imediato com o uso de tratamentos químicos, alavancou a utilização de fungicidas.

92 Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos fungicidas mais
93 utilizados no controle de brusone em três cultivares de arroz irrigado em duas épocas de
94 semeadura no estado do Rio Grande do Sul.

95

96 **Material e métodos**

97

98 O experimento foi conduzido na safra agrícola 2015/2016, em uma área
99 consolidada com cultivo de arroz irrigado, na Estação Experimental da Biomonte
100 Pesquisa e Desenvolvimento, no município de Santa Maria, região central do estado do
101 Rio Grande do Sul.

102 A semeadura do experimento foi realizada sob sistema de cultivo convencional.
103 Os tratos culturais foram realizados da mesma forma para todos os tratamentos
104 experimentais. A adubação de base foi realizada no sulco no momento da operação da
105 semeadura, de acordo com a interpretação dos resultados provenientes da análise de solo.
106 Em cobertura, foram aplicados 90 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em V3, período anterior à entrada
107 e estabelecimento da lâmina de água, e mais 45 kg.ha⁻¹ de nitrogênio aplicado em V9. O
108 tratamento de sementes foi realizado com o inseticida Belure 120 mL.ha⁻¹ (Fipronil 30
109 g.i.a.ha⁻¹). A densidade de semeadura utilizada para as cultivares IRGA 424 RI, GURI
110 INTA CL e PUITÁ INTA CL foi de 80 kg.ha⁻¹. Os demais tratos culturais como manejo
111 da irrigação, controle de plantas daninhas e insetos praga seguiram as recomendações

112 técnicas para a cultura do arroz irrigado para o estado do Rio Grande do Sul (SOSBAI,
113 2014).

114 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas
115 subdivididas e quatro repetições. O experimento foi constituído de um trifatorial (2 x 3 x
116 6). Duas épocas de semeadura constituíram as parcelas principais, as três cultivares de
117 arroz irrigado foram considerados como subparcelas e como subsubparcelas foram
118 considerados os seis tratamentos químicos com a utilização de fungicidas.

119 As épocas de semeadura foram determinadas em função do período recomendado
120 para o cultivo de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, segundo o Ministério da
121 Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A primeira época de semeadura realizou-se no
122 início do período recomendado (10 de outubro de 2015), e a segunda época de semeadura
123 foi realizada no final do período recomendado (20 de novembro de 2015).

124 As cultivares avaliadas foram selecionadas em função de sua importância e
125 representatividade em área cultivada no estado do Rio Grande do Sul. Foram avaliadas
126 três cultivares de arroz, sendo a IRGA 424 RI, PUITÁ INTA CL e GURI INTA CL.

127 Os seis tratamentos para controle da doença foram compostos por um tratamento
128 testemunha sem aplicação de fungicida e cinco tratamentos químicos, os quais são
129 apresentados na Tabela 1.

130

131 **Tabela 1.** Tratamentos experimentais no controle químico de *Pyricularia oryzae* na
132 cultura do arroz, de acordo com as doses de registro, aplicação via foliar. Santa Maria,
133 RS, 2017.

Tratamento	Ingrediente ativo	Dose (g.i.a.ha ⁻¹)
1	Testemunha ⁽¹⁾	-
2	Triciclazol	225
3	Tebuconazole	150
4	Azoxistrobina	100
5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	75 + 150
6	Casugamicina	30

134 ⁽¹⁾Testemunha sem aplicação de fungicidas.

135

136 A determinação dos dois momentos para a aplicação dos tratamentos fungicidas
137 foi definida a partir da escala fenológica da cultura do arroz, nos estádios fenológicos
138 mais responsivos à aplicação de fungicidas (SOSBAI, 2014) respectivamente, em R2 e

139 R4, correspondendo à primeira aplicação na fase de emborrachamento da cultura e a
140 segunda aplicação na fase do início da antese (COUNCE et al., 2000).

141 As aplicações dos fungicidas foram realizadas com auxílio de um pulverizador
142 costal, pressurizado a CO₂ comprimido, munido de uma barra de aplicação com seis
143 pontas de aplicação, calibrado para uma vazão de 150 L.ha⁻¹. A ponta de aplicação
144 utilizada foi do tipo cone vazio MAGNO Poliacetal com ângulo de 90°.

145 Cada unidade experimental foi composta por 3 m de largura, por 3,6 m de
146 comprimento, totalizando uma parcela 10,8 m². Nas avaliações desconsiderou-se 0,25 m
147 das laterais da parcela e 0,25 m de cada extremidade, restando uma área de 7,75 m² de
148 área útil na parcela, para a avaliação de rendimento de grãos e para a avaliação da doença
149 nas folhas e panículas das plantas.

150 Para a avaliação do efeito dos tratamentos, foi determinado o percentual de
151 severidade de *Pyricularia oryzae* na folha bandeira da cultura do arroz. A severidade de
152 doença foi determinada mediante avaliação visual do percentual de área foliar com
153 sintomas da doença em cada parcela. O valor final representa a média do percentual de
154 tecido com sintomas necróticos, em todas as plantas analisadas. As avaliações foram
155 realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a segunda aplicação dos tratamentos. As notas
156 atribuídas para severidade da doença nos tratamentos serviram para o cálculo da Área
157 Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), conforme metodologia proposta por
158 Campbell; Madden (1990).

159 O percentual de incidência de brusone (*Pyricularia oryzae*) na ráquis da panícula,
160 foi avaliada por meio da contagem direta de 50 colmos/panículas de arroz, no centro de
161 cada unidade experimental. A avaliação foi realizada no estádio R9, na maturidade
162 completa dos grãos, em ponto de colheita.

163 O rendimento de grãos foi obtido a partir da colheita manual da área útil da
164 parcela, correspondendo a 7,75 m². As colheitas das respectivas cultivares e épocas foram
165 realizadas em: cultivares semeadas na primeira época, IRGA 424 RI: 05.03.2016; GURI
166 INTA CL e PUITÁ INTA CL: 21.02.2016, cultivares semeadas na segunda época: IRGA
167 424 RI: 16.04.2016, GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL: 30.03.2016. As amostras foram
168 trilhadas com o auxílio de um batedor estacionário, imediatamente após a realização da
169 colheita. A massa de grãos obtida foi pesada e na mesma ocasião determinou-se o
170 percentual de umidade, que foi convertida para 13%, sendo realizado o cálculo do

171 rendimento de grãos dos tratamentos por hectare. A colheita foi realizada quando o
172 percentual médio de umidade dos grãos de arroz atingiu 18%.

173 Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade dos resíduos através
174 do software Action[®] (Estatcamp). Os dados de AACPD na folha bandeira, incidência de
175 *P. oryzae* da panícula, produtividade, foram transformados pelo método de Box-Cox
176 (BOX-COX, 1964). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os
177 efeitos significativos foram discriminados pelo teste de separação médias Scott-Knott
178 ($p < 0,05$) através do software estatístico Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

179

180 **Resultados e discussão**

181

182 A análise estatística dos dados demonstrou haver interação tripla significativa
183 entre as épocas de semeadura, cultivares e o controle químico de fungicidas, considerando
184 as variáveis Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da folha bandeira,
185 incidência de *Pyricularia oryzae* na ráquis da panícula e rendimento de grãos da cultura
186 do arroz.

187 A severidade de *P. oryzae* na folha bandeira e a incidência na panícula foram
188 homogêneas na área experimental, atingindo um nível suficiente para discriminar os
189 tratamentos, a partir do cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença
190 (AACPD) na folha bandeira e da incidência na panícula, pois, desta forma somente o
191 efeito dos tratamentos interferiram no estabelecimento e progressão da doença.

192

193 **Tabela 2.** Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) de brusone, na folha
 194 bandeira do arroz irrigado, de acordo com a interação entre as épocas de semeadura,
 195 cultivares de arroz e controle químico de fungicidas. Santa Maria, RS, 2017.

E.S. ⁽¹⁾	N ^o Trt	Tratamento	CULTIVARES DE ARROZ		
			424 RI	GURI	PUITÁ
1 ^a ÉPOCA	1	Testemunha	0 a A $\alpha^{(2)}$	90,1 e C α	43,3 c B α
	2	Triciclazol	0 a A α	8,0 a B α	2,0 a A α
	3	Tebuconazole	0 a A α	32,8 c C α	6,3 a B α
	4	Azoxistrobina	0 a A α	40,5 d C α	11,4 b B α
	5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	0 a A α	23,6 b B α	2,8 a A α
	6	Casugamicina	0 a A α	46,4 d C α	17,1 b B α
		Média	0	40,2	13,8
2 ^a ÉPOCA	1	Testemunha	0 a A α	217,0 e C β	93,2 d B β
	2	Triciclazol	0 a A α	40,3 a C β	10,5 a B β
	3	Tebuconazole	0 a A α	85,8 c C β	34,1 b B β
	4	Azoxistrobina	0 a A α	104,1 d C β	38,5 c B β
	5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	0 a A α	62,1 b C β	28,0 b B β
	6	Casugamicina	0 a A α	108,9 d C β	40,9 c B β
		Média	0	103,0	40,9
	Média	0	71,6	27,3	

196 ⁽¹⁾ Época de semeadura; ⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de
 197 probabilidade de erro. Letras minúsculas comparam as médias na coluna (comparação dos tratamentos químicos
 198 fungicidas em cada combinação de época de semeadura e cultivar testada); letras maiúsculas comparam as médias na
 199 linha (comparação das cultivares em cada combinação de época de semeadura e tratamentos químicos fungicidas);
 200 letras gregas comparam médias na coluna (comparação das épocas de semeadura em cada combinação de cultivar e
 201 tratamentos químicos fungicidas). CV época de semeadura (%) = 16,50; CV cultivares (%) = 14,55; CV tratamentos
 202 químicos fungicidas (%) = 12,92.

203
 204 Na Tabela 2 os dados da AACPD demonstram que a intensidade da doença foi
 205 superior na segunda época de semeadura, em função das condições meteorológicas mais
 206 favoráveis ao desenvolvimento da doença e a maior disponibilidade de inoculo de *P.*
 207 *oryzae*. De acordo com SOSBAI (2014) as semeaduras realizadas até o início de
 208 novembro representam menores riscos de ocorrência de brusone, o que corrobora com os
 209 resultados obtidos.

210 A cultivar IRGA 424 RI não apresentou sintomas de brusone na folha bandeira,
 211 no entanto, as cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL desenvolveram a doença, e
 212 a cultivar Guri INTA CL demonstrou uma maior suscetibilidade à *Pyricularia oryzae*,
 213 independentemente da época de semeadura. Graus distintos de suscetibilidade à brusone
 214 entre cultivares também foram encontradas por Malavolta et. al., (2008).

215 Em ambas as épocas de semeadura, na cultivar IRGA 424 RI, todos os tratamentos
 216 fungicidas e as testemunhas sem a aplicação de fungicidas não apresentaram sintomas

217 significativos de *P. oryzae*, demonstrando ser desnecessário o uso de fungicidas nesse
218 cultivar.

219 Nas cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL nas duas épocas de semeadura,
220 todos os tratamentos fungicidas reduziram a AACPD comparativamente à testemunha
221 sem aplicação de fungicidas, comprovando a eficácia dos fungicidas no controle de *P.*
222 *oryzae*.

223 Na cultivar GURI INTA CL, em ambas as épocas de semeadura, a aplicação do
224 fungicida Triciclazol destacou-se em relação aos demais por apresentar a menor média
225 para a AACPD da severidade da doença, seguido respectivamente pela aplicação dos
226 fungicidas Trifloxistrobina + Tebuconazole, Tebuconazole, Azoxistrobina e
227 Casugamicina. Resultados que corroboram com expostos por Pinto (2015), verificando o
228 alto índice de supressão da doença pela aplicação do fungicida Triciclazol.

229 Considerando as duas épocas de semeadura e as cultivares suscetíveis à brusone,
230 os fungicidas Triciclazol e Trifloxistrobina + Tebuconazole proporcionaram uma eficácia
231 de 89,2 e 77,15%, respectivamente, sendo os mais eficientes no controle de *P. oryzae*.
232 Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Dutta et al., (2012), na Índia.

233 O tratamento fungicida Azoxistrobina reduziu em média 59,87% a AACPD. Esse
234 resultado é semelhante ao obtido por Chen et al., (2015), em seu estudo sobre o efeito de
235 Azoxistrobina no controle de brusone do arroz na China. Em estudos de laboratório sobre
236 a sensibilidade de brusone à fungicidas, Pak et al., (2016) também identificaram a eficácia
237 de Azoxistrobina no controle de *P. oryzae*, e fizeram o primeiro relato do efeito
238 estimulador da baixa concentração de azoxistrobina sobre o crescimento de *P. oryzae*.

239 O fungicida Casugamicina demonstrou o menor controle de *P. oryzae*,
240 proporcionando uma eficácia média de 53,75%. Esses resultados são semelhantes aos
241 encontrados por Magar et al., (2015), onde esse fungicida obteve um controle de 59,98%
242 da doença.

243

244 **Tabela 3.** Incidência de *Pyricularia oryzae* da panícula, de acordo com a interação entre
 245 as épocas de semeadura, as cultivares e os controles químicos fungicidas na cultura do
 246 arroz irrigado. Santa Maria, RS, 2017.

E.S. ⁽¹⁾	N ^o Trt	Tratamento	CULTIVARES DE ARROZ								
			424 RI		GURI		PUITÁ				
1 ^a ÉPOCA	1	Testemunha	0	a A	$\alpha^{(2)}$	75,0	d C	α	45,3	c B	α
	2	Triciclazol	0	a A	α	6,8	a A	α	4,3	a A	α
	3	Tebuconazole	0	a A	α	62,0	c C	α	28,8	a B	α
	4	Azoxistrobina	0	a A	α	66,5	c C	α	31,8	b B	α
	5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	0	a A	α	57,0	b C	α	24,3	a A	α
	6	Casugamicina	0	a A	α	65,0	c C	α	34,8	b B	α
			Média	0			55,4			28,2	
2 ^a ÉPOCA	1	Testemunha	0	a A	α	100	b B	β	100	c B	β
	2	Triciclazol	0	a A	α	38,0	a B	β	32,8	a B	β
	3	Tebuconazole	0	a A	α	100	b B	β	97,8	c B	β
	4	Azoxistrobina	0	a A	α	100	b B	β	97,3	c B	β
	5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	0	a A	α	93,8	b B	β	91,0	b B	β
	6	Casugamicina	0	a A	α	100	d C	β	97,8	c B	β
			Média	0			88,6			86,1	
		Média	0			72,0			57,1		

247 ⁽¹⁾ Época de semeadura; ⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de
 248 probabilidade de erro. Letras minúsculas comparam as médias na coluna (comparação dos tratamentos químicos
 249 fungicidas em cada combinação de época de semeadura e cultivar testada); letras maiúsculas comparam as médias na
 250 linha (comparação das cultivares em cada combinação de época de semeadura e tratamentos químicos fungicidas);
 251 letras gregas comparam médias na coluna (comparação das épocas de semeadura em cada combinação de cultivar e
 252 tratamentos químicos fungicidas). CV época de semeadura (%)= 7,79; CV cultivares (%)= 11,90; CV tratamentos
 253 químicos fungicidas (%)= 9,37.

254

255 De acordo com a Tabela 3, para as cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL
 256 a incidência de brusone de panícula foi maior na segunda época de semeadura, devido a
 257 maior pressão de inóculo e condições meteorológicas favoráveis ao seu desenvolvimento.
 258 Resultados esses, que corroboram com os obtidos por Faghani et al., (2011) que
 259 demonstram que semeaduras tardias propiciam um aumento na taxa de infecção do
 260 patógeno sobre a cultura do arroz.

261 Independentemente da época de semeadura e dos tratamentos fungicidas
 262 utilizados, não houve a incidência de brusone na ráquis da panícula na cultivar IRGA 424
 263 RI, reduzindo a necessidade de medidas de intervenção sobre o patógeno na cultura do
 264 arroz irrigado. Entretanto, as cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL
 265 desenvolveram a doença. Esses graus distintos de suscetibilidade a brusone entre as
 266 cultivares também foram encontradas por Horo et. al., (2016).

267 Na primeira época de semeadura, a cultivar GURI INTA CL apresentou uma
 268 maior incidência de brusone de panícula, comparativamente a cultivar PUITÁ INTA CL,

269 sendo que na segunda época de semeadura, as testemunhas sem fungicidas de ambas as
270 cultivares apresentaram 100% de incidência de *P.oryzae* de panícula. Estes resultados
271 estão de acordo com os observados por Gonçalves et al., (2012), que demonstraram existir
272 distinção da suscetibilidade à brusone entre cultivares.

273 A melhor diferenciação entre os tratamentos fungicidas evidencia-se na primeira
274 época de semeadura, em função da menor incidência de brusone de panícula, atribuído a
275 menor pressão de inóculo disponível no ambiente, bem como fatores meteorológicos
276 menos favoráveis a infecção de *P. oryzae* na cultura do arroz. Nessa época de semeadura,
277 todos os tratamentos fungicidas reduziram significativamente a incidência de brusone em
278 comparação com os tratamentos sem controle químico.

279 Para ambas as cultivares, a aplicação do fungicida Triciclazol destacou-se em
280 relação aos demais por apresentar a menor incidência de brusone de panícula, seguido
281 respectivamente pela aplicação dos fungicidas Trifloxistrobina + Tebuconazole e
282 Tebuconazol. Resultados que corroboram com os expostos por Horo et al., (2016),
283 verificando o alto índice de supressão da doença pela aplicação do fungicida Triciclazol.

284 Na segunda época de semeadura, apenas o fungicida Triciclazol apresentou
285 significativa redução na incidência de brusone de panícula na cultivar GURI INTA CL.
286 O fungicida Triciclazol também foi o mais eficiente na cultivar PUITÁ INTA CL, e o
287 fungicida Trifloxistrobina + Tebuconazole também reduziu a incidência da *P. oryzae*,
288 enquanto que os demais fungicidas não diferiram estatisticamente da testemunha.

289 Na primeira época de semeadura, todos os fungicidas foram importantes para o
290 controle de brusone nas folhas bandeira e panícula, pois reduziram significativamente a
291 AACPD da folha bandeira e a incidência de brusone de panícula.

292 Na segunda época, todos os fungicidas reduziram significativamente a AACPD
293 da folha bandeira. Triciclazol foi o único fungicida que reduziu a incidência de brusone
294 de panícula na cultivar GURI INTA CL, enquanto que na cultivar PUITÁ INTA CL
295 somente Triciclazol e Trifloxistrobina + Tebuconazole.

296 Triciclazol foi o fungicida mais eficiente para o controle de brusone da folha
297 bandeira e da brusone de panícula, para ambas épocas de semeadura e cultivares
298 suscetíveis.

299

300 **Tabela 4.** Produtividade da cultura do arroz irrigado, de acordo com resultados obtidos
 301 pela interação das épocas de semeadura, cultivares e controles químicos fungicidas. Santa
 302 Maria, RS, 2017.

E.S. ⁽¹⁾	N ^o Trt	Tratamento	CULTIVARES DE ARROZ		
			424 RI	GURI	PUITÁ
1 ^a ÉPOCA	1	Testemunha	8210,0 a A $\alpha^{(2)}$	7043,8 d C α	7312,5 c B α
	2	Triciclazol	8470,0 a A α	7848,8 a A α	8013,8 a A α
	3	Tebuconazole	8205,0 a A α	7427,5 c C α	7552,5 a B α
	4	Azoxistrobina	8028,8 a A α	7225,0 c C α	7670,0 b B α
	5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	8333,8 a A α	7561,3 b C α	7447,5 a A α
	6	Casugamicina	8086,3 a A α	7313,8 c C α	7323,8 b B α
		Média	8222,3	7403,3	7553,3
2 ^a ÉPOCA	1	Testemunha	7931,3 a A α	4080,8 b B β	6018,8 c B β
	2	Triciclazol	7826,3 a A α	7588,8 a B β	7267,5 a B β
	3	Tebuconazole	8042,5 a A α	5478,0 b B β	6427,5 c B β
	4	Azoxistrobina	8233,8 a A α	4577,5 b B β	6747,5 c B β
	5	Trifloxistrobina + Tebuconazole	8118,8 a A α	5513,8 b B β	6986,3 b B β
	6	Casugamicina	7863,8 a A α	4224,3 b C β	6317,5 c B β
		Média	7986,0	5243,8	6627,5
	Média	8104,2	6323,6	7090,4	

303 ⁽¹⁾ Época de semeadura; ⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de
 304 probabilidade de erro. Letras minúsculas comparam as médias na coluna (comparação dos tratamentos químicos
 305 fungicidas em cada combinação de época de semeadura e cultivar testada); letras maiúsculas comparam as médias na
 306 linha (comparação das cultivares em cada combinação de época de semeadura e tratamentos químicos fungicidas);
 307 letras gregas comparam médias na coluna (comparação das épocas de semeadura em cada combinação de cultivar e
 308 tratamentos químicos fungicidas). CV época de semeadura (%)= 5,33; CV cultivares (%)= 4,93; CV tratamentos
 309 químicos fungicidas (%)= 4,19.

310

311 Na Tabela 4 observa-se o efeito das épocas de semeadura, cultivares e fungicidas
 312 na produtividade da cultura do arroz.

313 A época de semeadura interferiu na produtividade das cultivares GURI INTA CL
 314 e PUITÁ INTA CL, de tal maneira, que a mesma foi reduzida com o atraso na época de
 315 semeadura.

316 A produtividade da cultivar IRGA 424 RI não foi influenciada pelas épocas de
 317 semeadura e pelos tratamentos fungicidas. Esse resultado indica que essa cultivar não
 318 sofre interferência com o atraso da época de semeadura, dentro do período recomendado
 319 por Brasil (2016), além de ser resistente à infecção das raças de *P. oryzae* presentes na
 320 área experimental.

321 Analisando o efeito de cada tratamento fungicida é possível observar que estes
 322 influenciaram diferentemente na produtividade do arroz, na primeira e segunda época de

323 semeadura, nas cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL. Na segunda época de
324 semeadura, a aplicação de fungicidas que controlem de maneira mais eficiente a doença
325 são imprescindíveis para que seja assegurada em níveis elevados a produtividade da
326 cultura.

327 Na primeira época de semeadura, os tratamentos fungicidas Triciclazol e
328 Trifloxistrobina + Tebuconazole proporcionaram as melhores condições fitossanitárias,
329 de maneira a obter a maior produtividade na cultivar GURI INTA CL. A produtividade
330 dos tratamentos fungicidas Tebuconazole, Casugamicina e Azoxistrobina não diferiram
331 estatisticamente da testemunha sem aplicação de fungicidas. A produtividade da cultivar
332 PUITÁ INTA CL foi significativamente maior pela aplicação do fungicida Triciclazol.

333 Na segunda época de semeadura, a produtividade de grãos da cultivar GURI INTA
334 CL foi maior no tratamento fungicida Triciclazol, seguida pelos tratamentos
335 Trifloxistrobina + Tebuconazole e Tebuconazole. Os tratamentos fungicidas
336 Azoxistrobina e Casugamicina não diferiram estatisticamente entre si e da testemunha.
337 Na cultivar PUITÁ INTA CL as maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos
338 fungicidas Triciclazol, Trifloxistrobina + Tebuconazole e Azoxistrobina, sendo que estes
339 não diferiram significativamente entre si. Os tratamentos fungicidas Tebuconazole e
340 Casugamicina proporcionaram as menores produtividades da cultivar, não diferindo
341 significativamente entre si e em comparação com a testemunha não tratada.

342 A aplicação do fungicida Triciclazol nas duas épocas de semeadura, proporcionou
343 o maior incremento médio de produtividade, cerca de 25%, nas cultivares GURI INTA
344 CL e PUITÁ INTA CL, devido a este tratamento ter diminuído a doença de maneira mais
345 significativa que os demais fungicidas, resultando em uma menor AACPD na folha
346 bandeira e uma menor incidência de brusone da panícula. Gaikwad; Balgude et al., (2016)
347 estudando a incidência da brusone da panícula pelo uso de novos fungicidas na cultura
348 do arroz, encontrou um incremento de produtividade de 43,4% com a utilização de
349 Triciclazol.

350 Nesses cultivares acima mencionados, Casugamicina reduziu significativamente
351 a AACPD da folha bandeira, nas duas épocas de semeadura e reduziu a incidência de
352 brusone da panícula na primeira época de semeadura, no entanto, essa redução da doença
353 não foi suficiente para promover significativo acréscimo na produtividade em
354 comparação com a testemunha sem aplicação. Magar et al., (2015) avaliando o efeito de

355 diferentes fungicidas no controle da brusone e no rendimento de grãos, verificaram que a
356 aplicação do fungicida Casugamicina não proporcionou um acréscimo na produtividade
357 da cultura em relação a testemunha sem aplicação, embora, proporcionou um controle de
358 59,98% na severidade da brusone na folha e 43,18% de controle na brusone da panícula.

359

360 **Conclusões**

361

362 A partir dos resultados obtidos na condução do experimento, é possível concluir
363 que:

364 Para a manutenção dos patamares produtivos nas cultivares suscetíveis a
365 *Pyricularia oryzae*, principalmente na segunda época de semeadura, a adoção de
366 fungicidas mais eficientes é indispensável.

367 Semeaduras tardias, mesmo que dentro do período recomendado, aumentam a
368 severidade da brusone na folha bandeira e a incidência de brusone da panícula nas
369 cultivares suscetíveis a doença.

370 Os tratamentos fungicidas constituem uma importante ferramenta de controle no
371 manejo integrado de *P. oryzae*, destacando-se o Triciclazol.

372

373 **Referências bibliográficas**

374

375 AGROFIT. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **Sistemas de**
376 **Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF, 2017.

377

378 BOX, G. E. P.; COX, D. R. **An analysis of transformations**. Journal of the Royal
379 Society, 26: 211-252. 1964.

380

381 BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de**
382 **Risco Climático**. Brasília, DF, 2016.

383

384 CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**.
385 New York NY. Wiley. 532 p. 1990.

386

387 CHEN, Y.; YANG, X.; YUAN, S. K.; LI, Y. F.; ZHANG, A. F.; YAO, J.; GAO, T. C.
388 Effect of azoxystrobin and kresoxim-methyl on rice blast and rice grain yield in China.
389 **Annals of Applied Biology**. 166, p. 434–443. 2015.

390

391 CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de**
392 **safrã brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro de 2017**. Disponível em:

- 393 http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_gr
394 [aos_janeiro_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_gr). Acesso em 25/01/2017.
- 395
- 396 COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and
397 adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, p.436-
398 443, 2000.
- 399
- 400 DUTTA, D.; SAHA, S.; RAY, D. P.; BAG, M. K. Effect of different active fungicides
401 molecules on the management of rice blast disease. **International Journal of**
402 **Agriculture, Environment and Biotechnology**. Vol. 5. No. 3. P. 247-251. 2012.
- 403
- 404 FAGHANI, R.; MOBASSER, H. R.; DEHPOR, A. A.; KOCHAKSARAI, S. T. The
405 effect of planting date and seedling age on yield and yield components of rice (*Oryza*
406 *sativa* L.) varieties in North of Iran. **African Journal of Agricultural Research**. Vol. 6.
407 No. 11, p. 2571-2575. 2011.
- 408
- 409 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
410 **Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- 411
- 412 GAIKWAD, A. P.; BALGUDE, Y.S. Metominostrobin, a novel strobirulin fungicide for
413 managing rice blast. **Journal of Rice Research**. Vol 9, No. 1, p. 50-52, 2016.
- 414
- 415 GONÇALVES, F. J.; ARAÚJO, L. G. de; SILVA, G. B. da; FILIPPI, M. C. C. de.
416 Controle químico da brusone em arroz de terras altas: Efeitos nos fungos não alvos do
417 filoplano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia. V. 42, n.1, p. 77-81. 2012.
- 418
- 419 HAWKSWORTH, D. L. et al. The Amsterdam declaration on fungal nomenclature. **IMA**
420 **Fungus**, Ashtead, v. 2, n.1, p. 105-12, 2011.
- 421
- 422 HORO, J. T.; FUJII, T.; YAMASHITA, Y.; McGOEY, S.; KOIZUMI, S. Rice blast
423 control efficacy of three genes (*PIB*, *pi21*, and *Pbl*) conferring complete and partial
424 resistance. **Japan Agricultural Research Quarterly**. Vol. 50 No. 3, 209-217 p. 2016.
- 425
- 426 MAGAR, P. B.; BASISTHA, A.; PANDEY, B.. Use of chemical fungicides for the
427 management of rice blast (*Pyricularia grisea*) disease at Jyotinagar, Chitwan, Nepal.
428 **International Journal of Applied Sciences and Biotechnoly**. Vol 3(3): 474-478. 2015.
- 429
- 430 MALAVOLTA, V. M. A.; AZZINI, L. E.; BASTOS, C. R.; SALOMON, M. V.;
431 CASTRO. J. L. Progresso da brusone nas folhas e panículas de genótipos de terras altas.
432 **Summa Phytopathologica**, vol.34, n.2, p.186-188, 2008.
- 433
- 434 PAK, D.; YOU, M. P.; LANOISELET, V.; BARBETTI, M. J. Azoxystrobin and
435 propiconazole offer significant potential for rice blast (*Pyricularia oryzae*) management
436 in Australia. **European Journal of Plant Pathology**. 2016.
- 437
- 438 PINTO, F. F. **Épocas de semeadura, genótipos e programa de controle químico no**
439 **manejo integrado da brusone na cultura do arroz irrigado**. 2015. 67 p. Dissertação
440 de Mestrado (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2015.

- 441
442 PRABHU, A.S.; FILLIPI, M.C.; ARAÚJO, L.G. Pathotype diversity of *Pyricularia*
443 *grisea* from improved upland rice cultivars in experimental plots. **Fitopatologia**
444 **Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p.468-473, 2002.
- 445
446 PRABHU, A. S.; ARAÚJO, L. G.; FAUSTINA, C.; BERNI, R. F. Estimativa de danos
447 causados pela brusone na produtividade de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária**
448 **Brasileira**. V. 38, n.9, p.1045-1051, 2003.
- 449
450 PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. **Brusone em arroz: controle genético, progresso e**
451 **perspectivas**. Santa Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 388 p. 2006.
- 452
453 PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; SILVA, G. B.; SILVA, V. L.; MORAIS, O. P. An
454 unprecedented outbreak of rice blast on a newly released cultivar BRS Colosso in Brazil.
455 In: WANG, G. L.; VALENT, B. **Advances in genetics, genomics and control of rice**
456 **blast**. New York: Springer p.257-267, 2009.
- 457
458 SILVA-LOBO, V. L.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B.; VENANCIO, W. L.; PRABHU,
459 A. S. Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de brusone nas panículas
460 em arroz de terras altas. **Tropical plant pathology**, v.37, n.1, p.83-87, 2012.
- 461
462 SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado:**
463 **recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS, 192p,
464 2014.
- 465
466 WILSON, R. A.; TALBOT, N. J. Under pressure: investigating the biology of plant
467 infection by *Magnaporthe oryzae*. **Nature Reviews Microbiology**, 7, p.185-195. 2009.

5. CAPÍTULO II. AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE *in vitro* DO CRESCIMENTO MICELIAL DE DOIS ISOLADOS DE *Pyricularia oryzae* A FUNGICIDAS

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar *in vitro* a sensibilidade do crescimento micelial de dois isolados de *P. oryzae* a fungicidas. O crescimento micelial de dois isolados de *P. oryzae* foram submetidos ao teste de sensibilidade dos ingredientes ativos Triciclazol, Tebuconazole, Azoxistrobina, Trifloxistrobina + Tebuconazole e Casugamicina. De cada fungicida foram testadas as doses de 0, 0.01, 0.1, 1, 10 e 100 ppm, assumindo-se que cada dose de cada fungicida constitui um tratamento, contendo quatro repetições. A avaliação do crescimento micelial foi realizada quando o patógeno atingiu a bordadura da placa de petri nos tratamentos de concentração de 0 ppm. Com o auxílio de um paquímetro foram medidos os diâmetros da colônia micelial formada. Os resultados foram submetidos ao teste de dose efetiva necessária para suprimir 50% do crescimento miceliano (ED₅₀). Foram encontradas diferenças nas sensibilidades dos crescimentos miceliais de *P. oryzae* entre os isolados a fungicidas. Tebuconazole demonstrou uma maior eficiência na inibição do crescimento micelial *in vitro*, para ambos os isolados *P. oryzae*. Em relação ao crescimento micelial *in vitro*, constatou-se à nível nacional a insensibilidade de um isolado de *P. oryzae* oriundo de *Oryza sativa* aos ingredientes ativos Triciclazol e Azoxistrobina.

Palavras chave: *Oryza sativa*. Controle químico. Brusone. ED₅₀.

Abstract

EVALUATION OF MICELIAL GROWTH SENSITIVITY OF TWO ISOLATES OF *Pyricularia oryzae* TO FUNGICIDES *in vitro*

The objective of this work was to determine the mycelial growth sensitivity of two isolates of *P. oryzae* to fungicides *in vitro*. The mycelial growth of two isolates of *P. oryzae* were submitted to the sensitivity test of the active ingredients Triciclazol, Tebuconazole, Azoxystrobin, Trifloxystrobin + Tebuconazole and Casugamycin. From each fungicide the doses of 0, 0.01, 0.1, 1, 10 and 100 ppm were tested, assuming that each dose of each fungicide is a treatment containing four replicates. The evaluation of mycelial growth was performed when the pathogen reached the border of the Petri dish in the 0 ppm concentration treatments. The diameters of the mycelial colony formed were measured using a pachymeter. The results were subjected to the effective dose test necessary to suppress 50% of mycelial growth (ED₅₀). Differences were found in the sensitivities of mycelial growth to *P. oryzae* among fungicide isolates. Tebuconazole demonstrated a greater efficiency in inhibition of mycelial growth for both *P. oryzae* isolates. In relation to mycelial growth, the first insensitivity of *P. oryzae* from *Oryza sativa* was verified at the national level to the active ingredients Triciclazol and Azoxystrobin.

Keywords: *Oryza sativa*. Chemical control. Blast rice. ED₅₀.

48 **Introdução**

49

50 O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo, sendo a
51 base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. A cultura corresponde a 29% do total
52 de grãos utilizados na nutrição humana, apenas 4% menor que a cultura do milho, grão
53 mais produzido e usado na alimentação humana (SOSBAI, 2016). Embora países do
54 continente asiático sejam os maiores produtores de arroz no mundo, o Brasil destaca-se
55 como o oitavo produtor mundial e maior produtor da América do Sul (FAO, 2016).

56 Doenças podem comprometer significativamente a produtividade da cultura do
57 arroz, principalmente a brusone, a qual é capaz de reduzir em até 100% o rendimento da
58 cultura (PRABHU, 2009). O agente causal da doença é a *Pyricularia oryzae*, um fungo
59 filamentosso haplóide pertencente ao grupo dos Ascomicetos, com reprodução sexuada e
60 assexuada.

61 A fase reprodutiva assexuada do fungo é a mais ocorrente em cultivos de arroz. A
62 infecção tem início a partir da fixação e germinação dos conídios na superfície da folha,
63 decorrendo na formação do apressório que apresenta alta pressão de turgescência e
64 melanização, fatores que são preponderantes para o sucesso da penetração e entrada do
65 patógeno nos espaços inter e intracelulares das folhas.

66 A adoção de cultivares com resistência genética à brusone é uma medida
67 fundamental no controle da doença em arroz irrigado. Entretanto, em virtude da alta
68 variabilidade genética do patógeno, a resistência introduzida em novas cultivares não é
69 durável (PRABHU, 2002). Em razão disso, o controle de brusone é muito dependente do
70 manejo químico de fungicidas, principalmente aplicado via foliar, para a proteção de
71 folhas e panículas (DARIO et al., 2005).

72 Apesar de existirem vários fungicidas registrados para o controle de *P. oryzae* no
73 Brasil (AGROFIT, 2017), a rotação de mecanismos de ação utilizados é infima, sendo a
74 maioria Inibidores da biossíntese de melanina (MBI's), da Biossíntese de esterol e da
75 respiração e em menor escala os inibidores da síntese de aminoácidos e proteínas.

76 Fungicidas que inibem a biossíntese de melanina (MBI's) interferem na produção
77 da melanina do apressório de *P. oryzae*, resultando na perda de turgescência e
78 impossibilitando a infecção do fungo no hospedeiro (KURAHASHI, 2001). O ingrediente
79 ativo mais utilizado com este mecanismo de ação é o Triciclazol, capaz de inibir a

80 penetração na epiderme hospedeira pela atuação na germinação e a virulência dos
81 conídios produzidos (MARES et al., 2004).

82 O mecanismo de ação que inibe a respiração mitocondrial é expressado pelos
83 fungicidas do grupo das estrubirulinas, como a Azoxistrobina. Capaz de interromper a
84 transferência de elétrons entre o citocromo b e c1 na membrana mitocondrial, interferindo
85 diretamente na produção de ATP e afetando o ciclo do fungo (BARTLETT et al., 2001).

86 Inibidores da biossíntese de esterol são responsáveis pela redução da
87 disponibilidade do lipídio ergosterol na membrana plasmática, resultando no rompimento
88 e extravasamento de solutos iônicos, impedindo a infecção do fungo no hospedeiro
89 (TONMLIN, 2002). Os principais fungicidas representantes deste modo de ação são os
90 triazóis.

91 Fungicidas inibidores da síntese de aminoácidos e proteínas são responsáveis por
92 atuarem na elongação da cadeia de proteínas, através da ligação com o ribossoma
93 induzindo o bloqueio do sítio de ligação para a aminoacil-t-RNA (HEWITT, 1998).
94 Fungicidas pertencentes à esse mecanismo de ação são representados pelo exemplo de
95 casugamicida.

96 Estudos realizados em regiões orizícolas no mundo, indicam a existência de uma
97 grande variabilidade genética entre os isolados de *P. oryzae* (SCHEUERMANN et al.,
98 2012). A utilização repetitiva dos mesmos mecanismos de ação, pode resultar na
99 progressiva perda da sensibilidade de isolados a fungicidas, como ocorrido nos grupos
100 químicos das estrubirulinas (VINCELLI; DIXON, 2002), Triazóis (PAK et al., 2016),
101 benzotiazóis (ZHANG et al., 2006) e antibióticos (FRAC, 2013).

102 Em virtude da carência de informações sobre a eficiência dos fungicidas mais
103 utilizados em lavouras orizícolas brasileiras, o objetivo deste trabalho é determinar *in*
104 *vitro* a sensibilidade do crescimento micelial de dois isolados de *P. oryzae* a esses
105 fungicidas.

106

107 **Material e métodos**

108

109 A sensibilidade de *Pyricularia oryzae* aos fungicidas foi avaliada em dois isolados
110 do fungo, provenientes da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), coletados nos municípios
111 de Sorocaba-SP (isolado 1) e Santa Maria-RS (isolado 2). O teste de sensibilidade *in vitro*
112 seguiu o procedimento descrito por Kunova et al. (2012), com algumas modificações.

113 O experimento foi conduzido no laboratório de fitopatologia da Biomonte
114 Pesquisa e Desenvolvimento Ltda, em Santa Maria-RS.

115 A produção de inoculo isolado foi realizada em meio de cultura contendo batata
116 dextrose e ágar (BDA), sendo incubados a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12
117 horas de escuro por 10 dias em câmara de crescimento controlado (B.O.D).

118 Foram submetidos ao teste de sensibilidade de *P. oryzae* os fungicidas de
119 ingrediente ativo Triciclazol, Tebuconazole, Azoxistrobina, Trifloxistrobina +
120 Tebuconazole e Casugamicina. Os fungicidas foram dissolvidos até atingirem as
121 proporções de 0, 0.01, 0.1, 1, 10 e 100 ppm, assumindo-se que cada dissolução constitui
122 um tratamento, contendo quatro repetições. Os tratamentos fungicidas foram
123 incorporados ao meio de cultura contendo BDA (temperatura de 45- 50°C) após a
124 autoclavagem, sendo homogeneizadas e vertidas em placas de petri.

125 Discos de micélio de 5 mm de diâmetro foram cortados a partir das colônias
126 isoladas dos dois isolados do fungo e transferidos para as placas de petri com os
127 respectivos tratamentos em estudo. As placas de petri com os tratamentos fungicidas
128 inoculas com *P. oryzae*, foram isoladas com filme PVC, a fim de evitar a contaminação
129 do meio de cultura por patógenos indesejáveis e acondicionadas em B.O.D, com
130 temperatura constante de 25°C ± 1°C e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de
131 escuro.

132 A avaliação do crescimento micelial nos tratamentos foram realizados quando o
133 patógeno atingiu a bordadura da placa de petri nos tratamentos de concentração de 0 ppm.
134 Com o auxílio de um paquímetro foram medidos os diâmetros da colônia micelial
135 formada. Os resultados foram submetidos ao teste de dose efetiva necessária para suprimir
136 50% do crescimento miceliano (ED₅₀), com auxílio do software SigmaPlot versão 12.3,
137 gerando uma equação a partir da análise de regressão não linear.

138 A partir dos dados da ED₅₀, o fungo foi classificado de acordo com a escala
139 adaptada de Edgington et al. (1971) em: insensíveis se a ED₅₀ >50 ppm; baixa
140 sensibilidade se a ED₅₀ estiver entre 10 e 50 ppm, moderadamente sensíveis se a ED₅₀
141 estiver entre 1 e 10 ppm e altamente sensíveis se a ED₅₀ < 1 ppm.

142 Após o cálculo da ED₅₀, os fungicidas foram classificados em 4 categorias de
143 eficiência, de acordo com a escala de Edgington et al., (1971) em que ED₅₀< 1 ppm: alta

144 eficiência (AE); ED₅₀ 1-10 ppm moderada eficiência (ME); ED₅₀ 10-50 ppm baixa
 145 eficiência (BE) e ED₅₀ > 50 ppm insensibilidade (I).

146

147 **Resultados e discussão**

148

149 O diâmetro médio do micélio de *Pyricularia oryzae* nos tratamentos com
 150 concentração equivalente a 0 ppm, atingiu a bordadura da placa de petri aos 10 dias após
 151 a inoculação no isolado 1, e aos 16 dias após a inoculação no isolado 2.

152 A distinção verificada entre o tempo de crescimento dos isolados de *P. oryzae* e a
 153 diferente sensibilidade dos isolados aos fungicidas, ratifica a variabilidade genética
 154 existente nessa espécie patogênica, assim também descrito por Fang (2017), em estudo
 155 sobre as raças de *Magnaporthe oryzae* ocorrentes em cultivos de arroz na Austrália.

156 Ambos os isolados responderam de maneira distinta quanto a sensibilização
 157 promovida pelos tratamentos fungicidas. Em comparação entre os isolados, verifica-se
 158 através da **Tabela 1**, uma maior sensibilidade do isolado 2 à todos os fungicidas testados.

159

160 **Tabela 1.** ED₅₀ dos tratamentos fungicidas testados em função do crescimento micelial
 161 de dois isolados de *Pyricularia oryzae*. Santa Maria/RS, 2017.

Tratamentos	Isolado 1	Isolado 2
	ED ₅₀ (ppm)	
Triciclazol	59,1975 ± 2,1306 ⁽¹⁾	6,3991 ± 1,9374
Tebuconazole	0,5048 ± 0,0391	0,0024 ± 0,0005
Azoxistrobina	> 100 ⁽²⁾	0,0252 ± 0,0217
Trifloxistrobina + Tebuconazole	0,4930 ± 0,0638	0,0029 ± 0,0010
Casugamicina	11,6862 ± 4,6196	0,8638 ± 0,0191

162 ⁽¹⁾ Intervalo de confiança; ⁽²⁾ ED₅₀ encontra-se além do intervalo testado.

163

164 Tebuconazole e Trifloxistrobina + Tebuconazole apresentaram respectivamente,
 165 intervalos de confiança de 0,0391 e 0,0638 e foram altamente eficazes na redução do
 166 crescimento micelial do isolado 1 de *P. oryzae*, classificando-se como fungicidas de alta
 167 eficiência. Este isolado apresentou uma baixa sensibilidade a Casugamicina e foi também,
 168 menos sensível à Triciclazol e Azoxistrobina (**Tabela 1**).

169 De acordo com a **Tabela 1**, o crescimento micelial do isolado 2 de *P. oryzae*
 170 apresentou alta sensibilidade a todos os fungicidas testados, exceto ao triciclazol, o qual
 171 foi moderadamente eficiente para o patógeno.

172 Em relação a Azoxistrobina, os dois isolados testados responderam de maneira
173 distinta, sendo que a ED₅₀ do isolado 1 não apresentou sensibilidade dentro do intervalo
174 testado, ademais a 100 ppm. Enquanto que, a ED₅₀ do isolado 2 foi de 0,0252 ppm,
175 demonstrando assim, uma alta sensibilidade do isolado 2 ao fungicida Azoxistrobina. Pak
176 et al., (2016) e Kunova et al., (2012), estudando o crescimento micelial de diversos
177 isolados de *P. oryzae*, constataram uma amplitude da ED₅₀ entre 0,04 a 2,2 ppm para
178 Azoxistrobina. Esses resultados corroboram com o resultado da ED₅₀ obtido no isolado
179 2. Em contraponto a esses resultados, Ma; Uddin (2009) e Hsieh et al., (2013) ressaltam
180 a ocorrência da insensibilidade de isolados de *Magnopithe oryzae* nos EUA e Taiwan,
181 respectivamente, ao fungicida Azoxistrobina, resultados esses, que vão ao encontro do
182 resultado obtido do isolado 1.

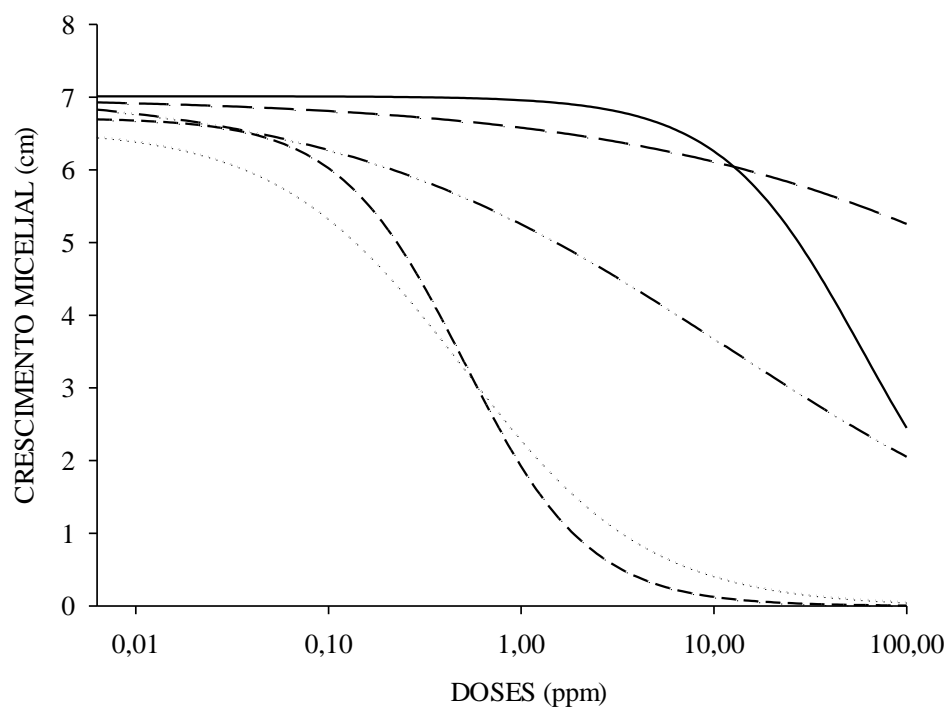
183 Conforme os gráficos 1 e 2, o crescimento micelial dos dois isolados de *P. oryzae*
184 manifestaram alta sensibilidade ao fungicida Tebuconazole, pertencente ao grupo dos
185 triazóis, os quais são responsáveis pela inibição da biossíntese de esterol resultando na
186 redução da disponibilidade do lipídio ergosterol na membrana plasmática. Estudos
187 realizados com propiconazole, fungicida de mesmo mecanismo de ação, demonstram uma
188 moderada a alta sensibilidade em isolados de *P. oryzae* (PAK et al., 2016). Em ambos os
189 isolados testados, verificou-se uma completa inibição da colônia de *P. oryzae* com 10
190 ppm de Tebuconazole, resultados semelhantes aos obtidos por Singh et al., (2015) na
191 Índia.

192 Para ambos os isolados, Trifloxistrobina + Tebuconazole foram altamente
193 eficientes na inibição do crescimento micelial de *P. oryzae* (gráficos 1 e 2).
194 Trifloxistrobina pertence ao grupo das estrubirulinas, o qual interfere diretamente na
195 produção de ATP e afeta o ciclo do fungo, diferentemente disto, Tebuconazole atua na
196 inibição da biossíntese de esterol da membrana plasmática, resultando no rompimento e
197 extravasamento de solutos iônicos. Mecanismos de ação distintos, quando associados,
198 podem reduzir os riscos de surgimento de isolados insensíveis a estes fungicidas se
199 aplicados isoladamente. A ED₅₀ para a da mistura dos princípios ativos Trifloxistrobina
200 e Tebuconazole para ambos os isolados, foi semelhante a observada pela utilização do
201 fungicida Tebuconazole isoladamente, sendo que, ambos os isolados obtiveram a ED₅₀
202 menor que 1 ppm para estes fungicidas (**Tabela 1**).

203 O crescimento micelial dos isolados 1 e 2 demonstraram diferentes graus de
204 sensibilidade ao fungicida Triciclazol, de forma que, o isolado 1 foi insensível e o isolado
205 2 apresentou moderada sensibilidade ao fungicida (gráficos 1 e 2). Em estudo realizado
206 por Kunova et al., (2012), constatou-se a alta sensibilidade à esporulação e a
207 insensibilidade do crescimento micelial de isolados de *P. oryzae* ao fungicida Triciclazol.
208 Sendo que, a alta eficácia do Triciclazol para inibição da esporulação ($ED_{50} = 0,072$) pode
209 estar relacionada, com o fato da esporulação também depender da síntese de melanina por
210 um mecanismo ainda desconhecido, ou que, a interferência sobre a biossíntese da
211 melanina resulte na produção de produtos intermediários que sejam tóxicos e
212 responsáveis pela inibição da esporulação.

213 O crescimento micelial dos isolados testados demonstraram diferentes níveis de
214 sensibilidade ao fungicida Casugamicina (gráficos 1 e 2). Singh et al., (2015) na Índia,
215 verificou uma insensibilidade de isolados *Pyricularia grisea* ao fungicida Casugamicina,
216 Yoon et al., (2011) e Jie et al., (2013) identificaram uma baixa sensibilidade ao fungicida,
217 resultados que convergem com o resultado encontrado do isolado 1 submetido a esse
218 ingrediente ativo.
219

220 **Gráfico 1.** Curvas dose/resposta pelo modelo Sigmoidal log-logistic de terceiro
 221 parâmetro do crescimento micelial do isolado 1 (Sorocaba/SP). Santa Maria/RS, 2017.

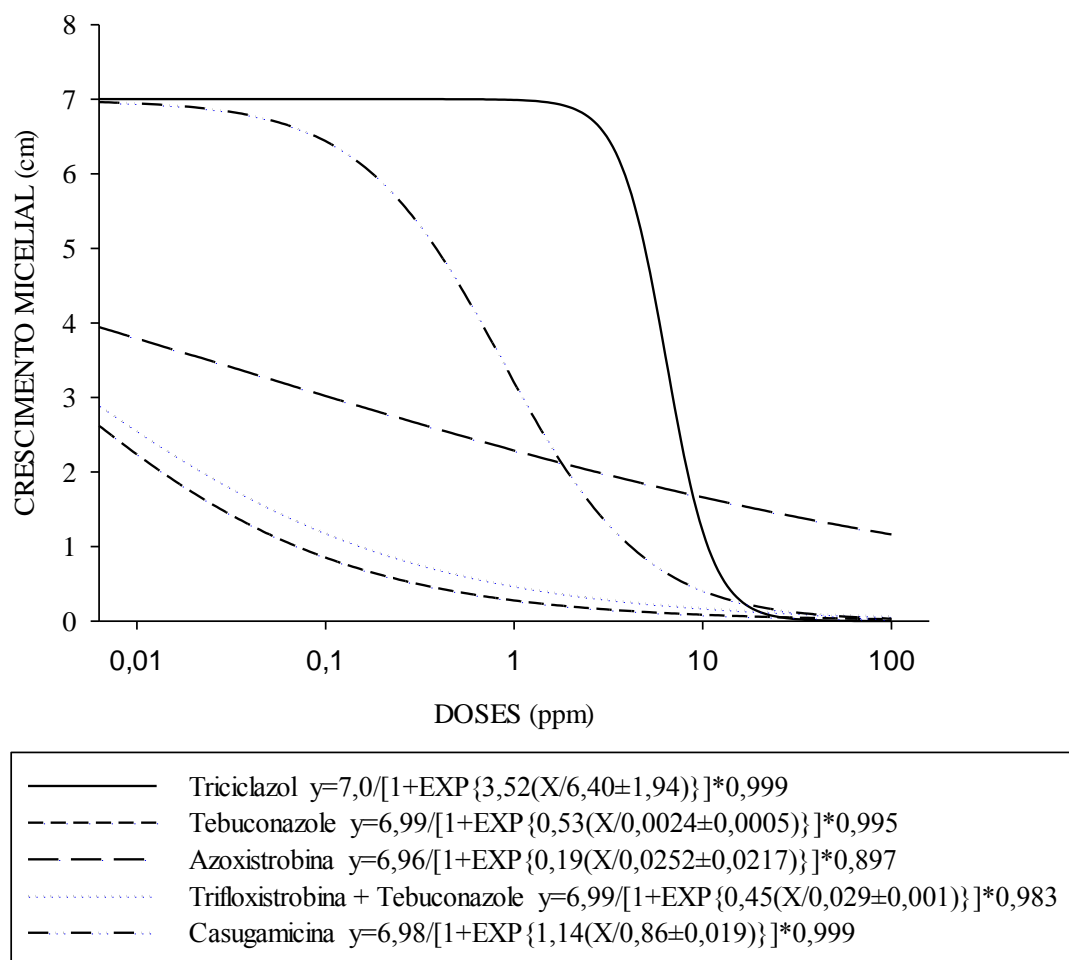


—	Triciclazol $y=7,01/[1+\text{EXP}\{1,18(X/59,19\pm 2,13)\}]^{*0,939}$
- - -	Tebuconazole $y=6,71/[1+\text{EXP}\{1,33(X/0,505\pm 0,039)\}]^{*0,993}$
- - - -	Azoxistrobina $y=7,0/[1+\text{EXP}\{0,358(X/2178,5\pm 2027,85)\}]^{*0,752}$
.....	Trifloxistrobina + Tebuconazole $y=6,58/[1+\text{EXP}\{0,902(X/0,902\pm 0,0638)\}]^{*0,984}$
- · - · -	Casugamicina $y=7,11/[1+\text{EXP}\{0,42(X/11,68\pm 4,61)\}]^{*0,870}$

222

223

224 **Gráfico 2.** Curvas dose/resposta pelo modelo Sigmoidal log-logistic de terceiro
 225 parâmetro do crescimento micelial do isolado 2 (Santa Maria/RS). Santa Maria/RS, 2017.



226

227

228 Conclusões

229

230 A partir dos resultados obtidos neste estudo, é possível observar diferenças na
 231 sensibilidade do crescimento micelial de *P. oryzae* entre isolados oriundos de *Oryza*
 232 *sativa* a fungicidas.

233 Mecanismos de ação como inibidores da síntese de esterol, demonstraram maior
 234 eficiência na inibição do crescimento micelial in vitro, para ambos os isolados *P. oryzae*
 235 oriundos de *Oryza sativa* a fungicidas.

236 Em relação ao crescimento micelial in vitro, constatou-se à nível nacional, a
 237 primeira insensibilidade de um isolado de *P. oryzae* oriundo de *Oryza sativa* aos
 238 ingredientes ativos Triciclazol e Azoxistrobina.

239 **Referências bibliográficas**

240

241 AGROFIT. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **Sistemas de**
242 **Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF, 2017.

243

244 BALLINI, E.; NGUYEN, T. T. T.; MOREL, J. -B. Diversity and genetics of nitrogen-induced
245 susceptibility to the blast fungus in rice and wheat. **Rice**, New York, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2013.

246

247 BARTLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.;
248 PARR- DOBRZANSKI, B. The strobilurin fungicides. **Pest Manager Science**. v.58.
249 p.649–662, 2002.

250

251 FANG, X.; BARBETTI, M. J.; LANOISELET, V. Races of *Magnaporthe oryzae* in
252 Australia and genes with resistance to these races revealed through host resistance
253 screening in monogenic lines of *Oryza sativa*. **European Journal Plant Pathology**.
254 Published online. 2017.

255

256 FRAC. Fungicide Resistance Action Committe. frac list of plant pathogenic organisms
257 resistant to disease control agents. Disponível em: < [http://www.frac.info/docs/default-](http://www.frac.info/docs/default-source/publications/list-of-resistant-plant-pathogens/list-of-resistant-plant-pathogenic-organisms---february-2013.pdf)
258 **source/publications/list-of-resistant-plant-pathogens/list-of-resistant-plant-**
259 **pathogenic-organisms---february-2013.pdf**> Acesso em: 03 fevereiro 2017.

260

261 HSIEH, C. H., CHUNG, W. C., CHEN, Y. N.; CHUNG, W. H. Phylogenetic diversity and
262 sensitivity to MBI and QoI fungicides of *Magnaporthe oryzae* in Taiwan. **Journal of**
263 **Pesticide Science**, 38, 194–199. 2013.

264

265 HEWITT, H.G. **Fungicides in crop protection**. Oxon, UK: CAB International, 221p.
266 1998.

267

268 JIE, Z.; GUANGHUA, H.; XIANGMIN, L. The resistance of different strains of rice blast
269 (*Magnaporthe oryzae*) in Jiangxi province to Kasugamycin and Isoprothiolane. **ACTA**
270 **Agriculture Universitatis Jaingxiensis**. Published Online. 2013. Disponível em:
271 <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CN2014002706>. Acesso em: 15
272 fevereiro 2017.

273

274 MA, B.; UDIIN, W. Fitness and Competitive Ability of an Azoxystrobin-Resistant
275 G143A Mutant of *Magnaporthe oryzae* from Perennial Ryegrass. **Plant Disease**. v.93. no
276 10. 1044-1049p. 2009.

277

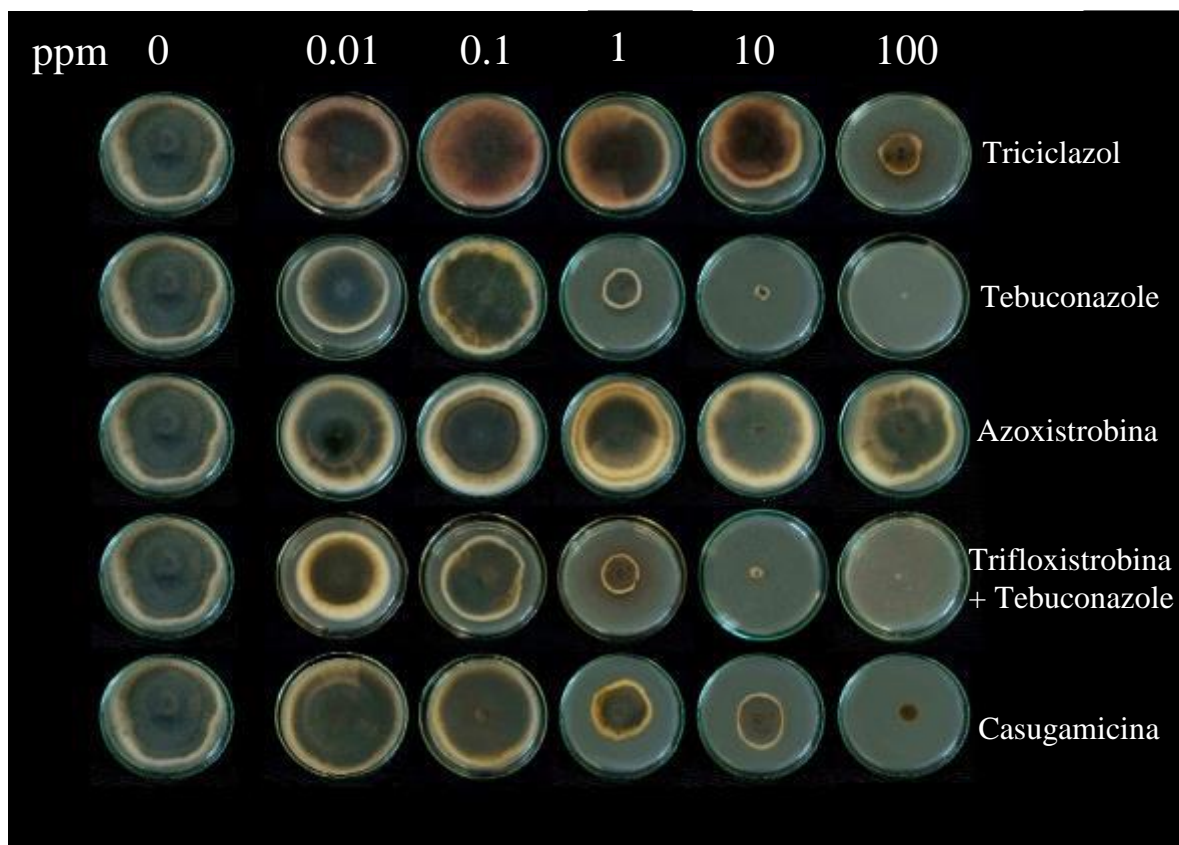
278 MARES, D.; ROMAGNOLI, C.; ANDREOTTI, E.; MANFRINI, M.; VICENTINI, C.
279 B. Synthesis and antifungal action of new Triciclazole analogues. **J Agric Food Chem**
280 **52**:2003–2009 (2004).

281

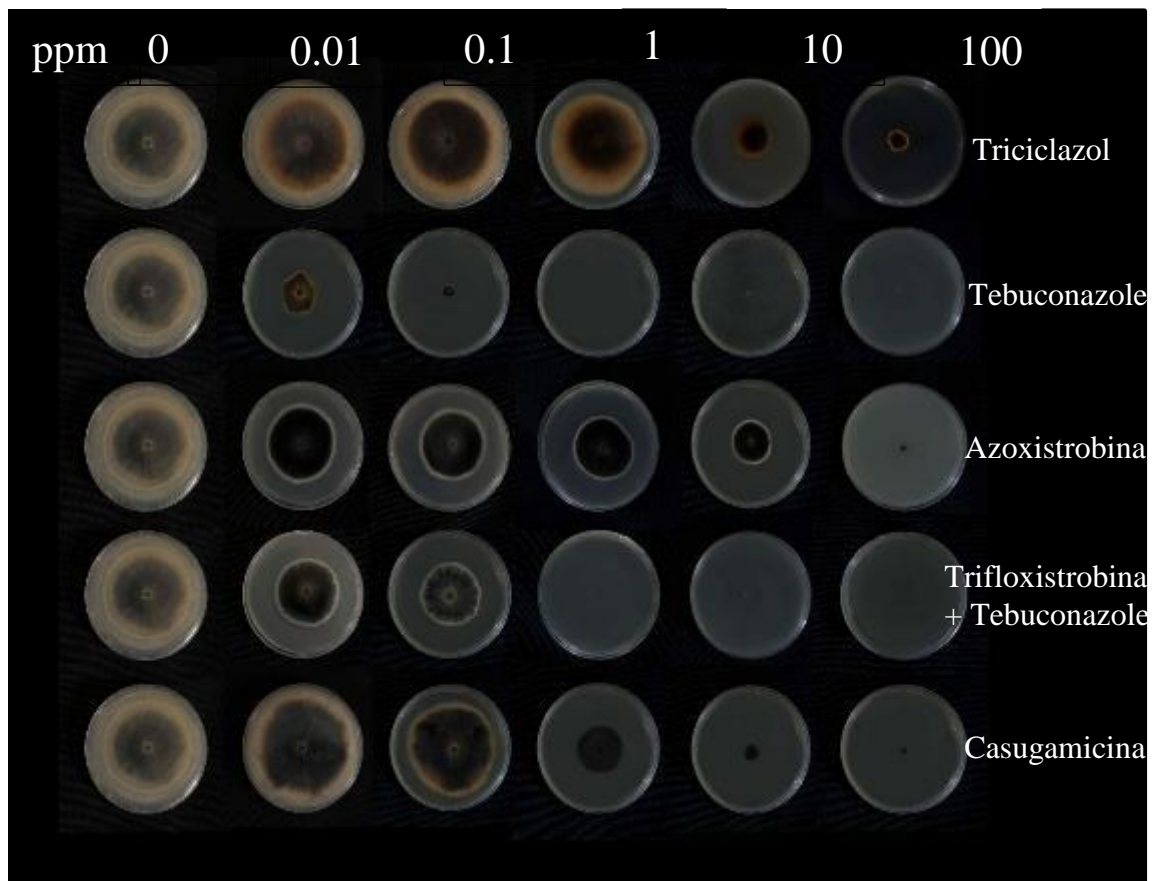
282 PAK, D.; YOU, M. P.; LANOISELET, V.; BARBETTI, M. J. Azoxystrobin and
283 propiconazole offer significant potential for rice blast (*Pyricularia oryzae*) management
284 in Australia. **European Journal of Plant Pathology**. 2016.

285

- 286 KUNOVA, A.; PIZZATTI, C.; CORTESI, P. Impact of Triciclazole and azoxystrobin on
287 growth, sporulation and secondary infection of the rice blast fungus, *Magnaporthe*
288 *oryzae*. **Pest Manager Science**. 2012. Disponível em: wileyonlinelibrary.com/journal/ps.
289 Acesso em: 12 fevereiro 2017.
290
- 291 KURAHASHI, Y. Melanin biosynthesis inhibitors (MBIs) for control of rice blast. **Pestic**
292 **Outlook** 12:p.32–35, 2001.
293
- 294 SCHEUERMANN, K. K.; EBERHARDT, D. S. Avaliação de fungicidas para o controle
295 da brusone de panícula na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências**
296 **Agroveterinárias**. Lages, v.10, p.23-28, 2011.
297
- 298 SCHEUERMANN, K. K.; RAIMONDI, J. V.; MARSCHALEK, R.; ANDRADE, A.;
299 WICKERT, E. *Magnaporthe oryzae* Genetic Diversity and Its Outcomes on the Search
300 for Durable Resistance. In: CALISKAN, M. **The Molecular Basis of Plant Genetic**
301 **Diversity**, 2012. cap. 15, p. 331-356.
302
- 303 SINGH, S.; MOHAN C.; PANNU P. P. S. Bio-efficacy of different fungicides in
304 managing blast of rice caused by *Pyricularia grisea*. **Plant Disease Research**, v.29, ed.1,
305 16-20p, 2015.
306
- 307 TOMLIN, C. D. S. **The pesticide manual: a world compendium**. Surrey, Uk: British
308 Crop Protection Council, 12 ed., 2002. 1 – CD-ROM.
309
- 310 VINCELLI, P.; DIXON, E. Resistance to Q(o)I (strobilurin-like) fungicides in isolates of
311 *Pyricularia grisea* from perennial ryegrass. **Plant Disease**. n.86. 235-240p. 2002,
312
- 313 YOON, M.; KIM, Y. S.; RYU, S. Y.; CHOI, G. J.; CHOI, Y. H.; JANG, K. S.; CHA, B.;
314 HAN, S.; KIM, J. In vitro and in vivo antifungal activities of decursin and decursinol
315 angelate isolated from *Angelica gigas* against *Magnaporthe oryzae*, the causal agent of
316 rice blast. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. V.101, 118–124p, 2011.
317
- 318 ZHANG, C. Q.; ZHU, G. N.; MA, Z. H.; ZHOU, M. G. Isolation, characterization and
319 preliminary genetic analysis of laboratory Triciclazole resistant mutants of the rice blast
320 fungus, *Magnaporthe grisea*. **Journal of Phytopathology** (Berlin) 154, 392 – 397. 2006.



321
322 *Figura 1.* Crescimento micelial em meio de cultura do isolado 1 (Sorocaba – SP) do
323 fungo *Pyricularia oryzae*, proveniente da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), em diferentes
324 concentrações (ppm) de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS. 2017.
325
326



327
328 *Figura 2.* Crescimento micelial em meio de cultura do isolado 2 (Santa Maria – RS) do
329 fungo *Pyricularia oryzae*, proveniente da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), em diferentes
330 concentrações (ppm) de diferentes fungicidas. Santa Maria - RS. 2017.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerando o exposto, foi possível observar no capítulo I, independentemente da época de semeadura e dos tratamentos fungicidas utilizados, não houve a incidência de brusone nas folhas e ráquis das panículas na cultivar IRGA 424 RI, constatando-se que a aplicação de fungicidas para o controle de *P. oryzae* pode não apresentar diferenças significativas no incremento de produtividade na cultura do arroz. Entretanto, as cultivares GURI INTA CL e PUITÁ INTA CL desenvolveram a doença e para a manutenção dos patamares produtivos nessas cultivares, principalmente na segunda época de semeadura, a adoção de fungicidas mais eficientes é necessária. De maneira geral, a aplicação do fungicida Triciclazol destacou-se em relação aos demais por apresentar a menor média para a AACPD da severidade da doença e a menor incidência de brusone de panícula, seguido respectivamente pela aplicação dos fungicidas Trifloxistrobina + Tebuconazole e Tebuconazole.

A resposta observada no capítulo II permite concluir que ambos os isolados de *P. oryzae* responderam de maneira distinta quanto a sensibilização micelial promovida pelos tratamentos fungicidas. Verificou-se uma maior sensibilidade do isolado 2 à todos os fungicidas testados. Tebuconazole e Trifloxistrobina + Tebuconazole foram altamente eficazes na redução do crescimento micelial do isolado 1 de *P. oryzae*, classificando-se como fungicidas de alta eficiência. Este isolado apresentou uma baixa sensibilidade a Casugamicina e foi também, insensível à Triciclazol e Azoxistrobina. O crescimento micelial do isolado 2 de *P. oryzae* apresentou alta sensibilidade a todos os fungicidas testados, exceto ao triciclazol, o qual foi moderadamente eficiente para o patógeno.

Sugere-se novos estudos em laboratório avaliando-se além do crescimento micelial, a germinação dos conídios e a esporulação do patógeno, a fim de correlacionar os resultados obtidos no campo com os de laboratório.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF, 2017.

BAYER, T.; LOECK, A. E.; GUERRERO, M. F. C.; ELIAS M. C. Aplicação aérea de fungicidas com diferentes equipamentos e volumes sobre a produtividade, qualidade de grãos e controle de doenças em arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.8. p.1377-1383. 2014.

BERGAMIN FILHO, A KIMATI, H.; AMORIM, L.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed., v. 2, São Paulo: Agronômica Ceres. 663 p. 2005.

BOYD, L. A.; RIDOUT, C.; OSULLIVAN, D. M.; LEACH, J. E.; LEUNG, H. Plant pathogen interactions: disease resistance in modern agriculture. **Trends in Genetics**, London, v. 29, n. 4, p. 233-240, 2013.

CASELA, C.R; GUIMARÃES, F.B. Rotação de genes no manejo da resistência a doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p.321-349, 2005.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento, fevereiro de 2017**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_11_51_51_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf. Acesso em 17/02/2017.

COOKE, M. C.; ELLIS, J. B. New Jersey fungi. **Grevillea**, v. 8, n. 45, p. 11-16, 1879.

COUCH, B. C.; KOHN, L. M. A multilocus gene genealogy concordant with host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea*. **Mycologia**, Bronx, v. 94, n. 4, p. 683-693, 2002.

DING, S.; ZHOU, X.; ZHAO, X.; XU, J. R. The PMK1 MAP kinase pathway and infection-related morphogenesis. In: WANG, G. -L.; VALENT, B. **Advances in genetics, genomics and control of rice blast disease**. New York: Springer, 2009. p. 13-21.

FAGHANI, R.; MOBASSER, H. R.; DEHPOR, A. A.; KOCHAKSARAI, S. T. The effect of planting date and seedling age on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) varieties in North of Iran. **African Journal of Agricultural Research**. Vol. 6. No. 11, p. 2571-2575. 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization. **FAO Rice Market Monitor: FAO, 2016**. www.fao.org/economic/est/publications/rice-publications/rice-market-monitor-rmm/en/. Acesso em 17/02/2017.

FLANDRIN, J. L.; MONTANARI, M. (Dir.). **História da alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. frac list of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents. Disponível em: < <http://www.frac.info/docs/default-source/publications/list-of-resistant-plant-pathogens/list-of-resistant-plant-pathogenic-organisms---february-2013.pdf>> Acesso em: 03 fevereiro 2017.

FUKUOKA, S.; YAMAMOTO, S.; MIZOBUCHI, R.; YAMANOUCHI, U.; ONO, K.; KITAZAWA, N.; YASUDA, N.; FUJITA, Y.; NGUYEN, T.T.T.; KOIZUMI, S.; SUGIMOTO, K.; MATSUMOTO, T.; YANO, M. Multiple functional polymorphisms in a single disease resistance gene in rice enhance durable resistance to blast. **Scientific Reports**, London, v. 4, n. 4550, 1-7p, 2014.

GANESH, N. R.; GANGADHARA, N. B.; BASAVARAJA, N. T.; KRISHNA, N. R. Fungicidal management of leaf blast disease in rice. **Global Journal of Bio-Science & Biotechnology**, Karnataka, v. 1, n. 1, p. 18-21, 2012.

GAIKWAD, A. P.; BALGUDE, Y. S. Metominostrobin, a Novel Strobiluriiin Fungicide for Managing Rice Blast. **Journal of Rice Research**, Lonavala, v.9, n. 1, 2016.

GARRIDO, L. R. **Identificação, desenvolvimento e uso de marcadores de regiões hipervariáveis do genoma de *Magnaporthe grisea* na análise da estrutura de populações do patógeno infectando plantações de arroz (*Oryza sativa*)**. Brasília: Universidade de Brasília. 193 p. (Tese de Doutorado), 2001.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 78p. 2002.

HEBERT, T. T. The Perfect Stage of *Pyricularia grisea*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, p. 83-87, 1971.

HSIEH, C. H., CHUNG, W. C., CHEN, Y. N.; CHUNG, W. H. Phylogenetic diversity and sensitivity to MBI and QoI fungicides of *Magnaporthe oryzae* in Taiwan. **Journal of Pesticide Science**, 38, 194–199. 2013.

HOWARD, R. J.; VALENT, B. Breaking and entering: host penetration by fungal rice blast pathogen *Magnaporthe grisea*. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 50, p. 491-512, 1996.

IRGA. INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. **Cultivares Safra 2015/16**. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/upload/20160408161314cultivares_rs_2015_16.pdf. Acesso em 19/02/2017.

KHUSH, G. S.; JENA, K. K. Current status and future prospects for research on blast resistance in rice (*Oryza sativa* L.). In: WANG G. -L; VALENT B. **Advances in genetics, genomics and control of rice blast disease**. New York: Springer, 2009. P 1-10.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed., v. 2, São Paulo: Agronômica Ceres. 2005. 663 p.

KUNOVA, A.; PIZZATTI, C.; CORTESI, P. Impact of Triciclazole and azoxystrobin on growth, sporulation and secondary infection of the rice blast fungus, *Magnaporthe oryzae*. **Pest Manager Science**. 2012. Disponível em: wileyonlinelibrary.com/journal/ps. Acesso em: 12 fevereiro 2017.

KURAHASHI, Y. Melanin biosynthesis inhibitors (MBIs) for control of rice blast. **Pestic Outlook** 12:p.32–35, 2001.

MA, B.; UDIIN, W. Fitness and Competitive Ability of an Azoxystrobin-Resistant G143A Mutant of *Magnaporthe oryzae* from Perennial Ryegrass. **Plant Disease**. v.93. no 10. 1044-1049p. 2009.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenário do arroz brasileiro**. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>. Acesso em: 16 de junho de 2015

LIU, W.; LIU, J.; NING, Y.; DING, B.; WANG, X.; WANG, Z.; WANG, G. -L. Recent Progress in Understanding PAMP- and Effector-Triggered Immunity against the Rice Blast Fungus *Magnaporthe oryzae*. **Molecular Plant**, v. 6, n. 3, p. 605-620, 2013.

OU, S. H. **Rice Diseases**. 2ª Edição. Kew. Commonwealth Mycological Institute. p. 379, 1985.

PAK, D.; YOU, M. P.; LANOISELET, V.; BARBETTI, M. J. Azoxystrobin and propiconazole offer significant potential for rice blast (*Pyricularia oryzae*) management in Australia. **European Journal of Plant Pathology**. 2016.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P.; FILLIP, M. C. C. **Principais doenças do arroz no Brasil**. 3 ed. Goiânia: CNPAF/EMBRAPA. (Documentos 2). p. 43, 1995.

PRABHU, A.S.; FILLIPI, M.C.; ARAÚJO, L.G. Pathotype diversity of *Pyricularia grisea* from improved upland rice cultivars in experimental plots. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p.468-473, 2002.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. C. **Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 388 p.

ROSSMAN, A. Y.; HOWARD, R. J.; VALENT, B. *Pyricularia grisea*, the correct name for the rice blast disease fungus. **Mycologia**, Bronx, v. 82, n. 4, p. 509-512, 1990.

SAWADA, K. Blast of rice plant and its relation to the infective crops and weeds, with the description of five species of *Dactylaria*. **Special Bulletin of the Taiwan Agricultural Experiment Station**, v. 16, p. 1-78, 1917.

SILVA-LOBO, V. L.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B.; VENANCIO, W. L.; PRABHU, A. S. Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de brusone nas panículas em arroz de terras altas. **Tropical plant pathology**, v.37, n.1, p.83-87, 2012.

SINGH, S.; MOHAN C.; PANNU P. P. S. Bio-efficacy of different fungicides in managing blast of rice caused by *Pyricularia grisea*. **Plant Disease Research**, v.29, ed.1, 16-20p, 2015.

SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS, 199p, 2016.

THOMAS, K. M. Detailed administration report of the government mycologist, Madras for the year 1938-59. Detailed administration Report of the Government Mycologist, Madras, 1939.

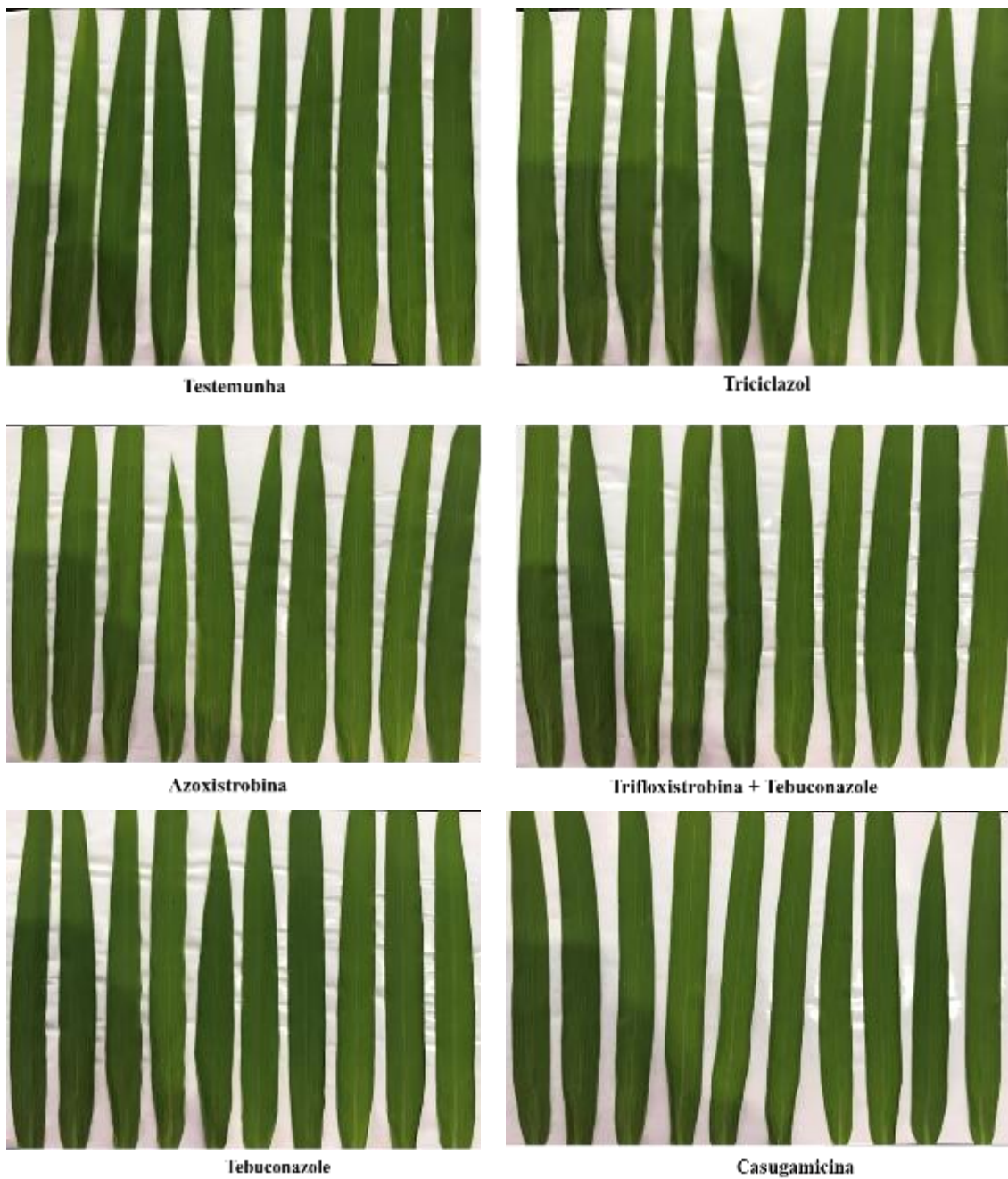
TUCKER, S. L.; TALBOT, N. J. Surface attachment and pre-penetration stage development by plant pathogenic fungi. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 39, p. 385-417, 2001.

ZAMBOLIM, L.; VENÂNCIO, W. S.; OLIVEIRA, S. H. F. **Manejo de resistência de fungos a fungicida**. Viçosa: UFV, 168p. 2007.

8. APÊNDICES



Apêndice A. Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz IRGA 424 RI (*Oryza sativa* L.) na primeira época de semeadura.



Apêndice B. Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz IRGA 424 RI (*Oryza sativa* L.) na segunda época de semeadura.

**Testemunha****Triciclazol****Azoxistrobina****Trifloxistrobina + Tebuconazole****Tebuconazole****Casugamicina**

Apêndice C. Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Guri INTA CL (*Oryza sativa* L.) na primeira época de semeadura.

**Testemunha****Triciclazol****Azoxistrobina****Trifloxistrobina + Tebuconazole****Tebuconazole****Casugamicina**

Apêndice D. Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Guri INTA CL (*Oryza sativa* L.) na segunda época de semeadura.

**Testemunha****Triciclazol****Azoxistrobina****Trifloxistrobina + Tebuconazole****Tebuconazole****Casugamicina**

Apêndice E. Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Puitá INTA CL (*Oryza sativa* L.) na primeira época de semeadura.

**Testemunha****Triciclazol****Azoxistrobina****Trifloxistrobina + Tebuconazole****Tebuconazole****Casugamicina**

Apêndice F. Avaliação visual da severidade de brusone nas folhas bandeira. Controle químico com o uso de fungicidas de brusone na cultivar de arroz Puitá INTA CL (*Oryza sativa* L.) na segunda época de semeadura.

9. ANEXOS



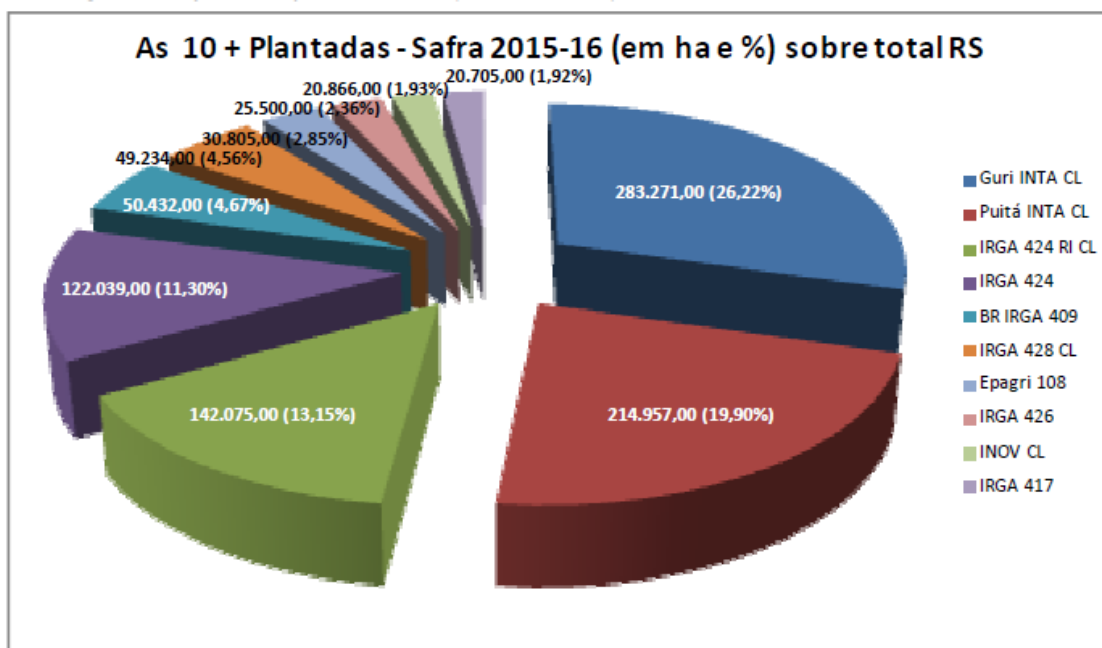
Governo do Estado do Rio Grande do Sul
Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação
Instituto Rio Grandense do Arroz



AS 10 CULTIVARES MAIS PLANTADAS NO RIO GRANDE DO SUL - Safra 2015-16					
Posição	Cultivares	ha	% ¹	% ²	
1º	Guri INTA CL	283.271,00	29,51	26,22	
2º	Puitá INTA CL	214.957,00	22,39	19,90	
3º	IRGA 424 RI CL	142.075,00	14,80	13,15	
4º	IRGA 424	122.039,00	12,71	11,30	
5º	BR IRGA 409	50.432,00	5,25	4,67	
6º	IRGA 428 CL	49.234,00	5,13	4,56	
7º	Epagri 108	30.805,00	3,21	2,85	
8º	IRGA 426	25.500,00	2,66	2,36	
9º	INOV CL	20.866,00	2,17	1,93	
10º	IRGA 417	20.705,00	2,16	1,92	
TOTAL RS (ha)		1.080.187	959.884,00	100,00	88,86

¹Percentagem em relação ao total representado pelas 10 mais plantadas.

²Percentagem em relação ao total plantado no Estado (todas as cultivares).



Anexo A. Lista com as 10 cultivares mais semeadas no estado do Rio Grande do Sul na safra 2015/2016 bem como a percentagem de área ocupada por cada cultivar. IRGA 2017.

Data	TMax (° C)	TMin (° C)	Prec. (mm)	UR% MAX.)	UR% MIN.)	Data	TMax (° C)	TMin (° C)	Prec. (mm)	UR% MAX.)	UR% MIN.)
10/10/2015	16,5	13,1	11,8	83	99	10/11/2015	27,7	21,1	72,64	96	67
11/10/2015	16,7	12,1	19,4	88	99	11/11/2015	28	20,3	19,6	100	73
12/10/2015	20,5	13,3	2,8	63	100	12/11/2015	25,5	20,1	8	97	77
13/10/2015	21,9	9,1	0,2	61	100	13/11/2015	28,5	20	5,2	99	64
14/10/2015	23,4	14,8	0	78	92	14/11/2015	24,8	17,9	0	84	57
15/10/2015	28,6	18,4	26,6	62	99	15/11/2015	26,2	14,2	0	90	53
16/10/2015	20,5	13,2	0	63	89	16/11/2015	21,4	15,9	15,4	99	64
17/10/2015	16,4	14,1	0	63	85	17/11/2015	25,5	18	7,2	99	79
18/10/2015	18,2	10,3	0	61	87	18/11/2015	26,2	19,2	0	100	73
19/10/2015	22,4	12,8	0	70	95	19/11/2015	27	17,6	28,8	100	71
20/10/2015	27,8	18,7	0	69	88	20/11/2015	20,8	16,3	1,8	98	63
21/10/2015	24,9	15,8	39,6	78	99	21/11/2015	23,6	11,6	0,2	100	48
22/10/2015	21,2	15,9	0	82	97	22/11/2015	27,6	13,8	0	97	39
23/10/2015	24,2	18,7	0	65	91	23/11/2015	26,1	15,5	0	94	46
24/10/2015	20,6	14,5	0	70	87	24/11/2015	22,3	14,8	0	89	58
25/10/2015	17,1	13,8	6,2	82	94	25/11/2015	26,6	17	0	89	63
26/10/2015	21,3	16,2	0	83	94	26/11/2015	28,2	18,7	1,2	95	68
27/10/2015	24,5	18,4	0	79	99	27/11/2015	25,8	19,8	2,2	98	66
28/10/2015	28,7	18,4	0	61	96	28/11/2015	27,1	19,9	0,2	98	38
29/10/2015	35,7	17,8	0	44	97	29/11/2015	26,8	13,6	0	98	26
30/10/2015	27,3	21,2	0	64	97	30/11/2015	26,3	11,5	0	99	33
31/10/2015	22,4	16,2	10,15	86	98	01/12/2015	26,3	14,7	33,2	100	48
09/11/2015	32,9	19,7	0	84	60	02/12/2015	22,8	18,3	8,4	100	81
08/11/2015	30,4	14,9	0	97	55	03/12/2015	27,5	18,8	0,6	98	70
07/11/2015	25,3	11,4	0	87	64	04/12/2015	29,5	21,2	0	99	64
06/11/2015	22,9	12,8	0	97	60	05/12/2015	29,3	18,9	0	100	48
05/11/2015	19,3	14,5	42,41	97	85	06/12/2015	26,9	16,2	0	94	34
04/11/2015	19,5	15,2	12,92	98	96	07/12/2015	26,1	10,7	0	99	35
03/11/2015	21,5	16,4	0	97	88	08/12/2015	31,4	13,3	0	96	46
02/11/2015	19,4	15,6	0	93	85	09/12/2015	29,1	18,5	23,4	99	68
01/11/2015	21,7	15,2	2,3	96	73	10/12/2015	29,2	18,9	0	99	45

Anexo B. Dados meteorológicos coletados pela estação meteorológica instalada na Estação Experimental da empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, durante a condução do experimento de campo realizado. De 10.10.2015 até 10.12.2015. Santa Maria – RS, 2017.

Data	TMax (° C)	TMin (° C)	Prec. (mm)	UR% MAX.)	UR% MIN.)	Data	TMax (° C)	TMin (° C)	Prec. (mm)	UR% MAX.)	UR% MIN.)
10/12/2015	29,2	18,9	0	99	45	10/01/2016	32,9	22,5	0	98	74
11/12/2015	31,1	16,5	0	98	51	11/01/2016	34,6	22,4	0	100	60
12/12/2015	33,5	19,9	0	97	42	12/01/2016	35,8	22,7	0	98	55
13/12/2015	28,8	18,6	33,8	98	46	13/01/2016	33,6	23,4	0	97	60
14/12/2015	23,2	19,2	13,2	100	75	14/01/2016	29,5	19,8	0	92	22
15/12/2015	30,4	19	0	99	59	15/01/2016	33,8	17,5	0	94	42
16/12/2015	28,8	16,9	0	96	55	16/01/2016	33,4	18	0	99	32
17/12/2015	34,8	19,1	0	96	50	17/01/2016	36,4	17,8	0	98	30
18/12/2015	28,7	20,7	46,2	99	67	18/01/2016	36,4	16,8	0	95	26
19/12/2015	25,9	20,2	2,2	89	71	19/01/2016	36,1	17,9	0	93	31
20/12/2015	26,8	17,2	0	90	67	20/01/2016	33,8	20,6	0	96	43
21/12/2015	22,9	18,7	48,8	99	76	21/01/2016	33,6	21	0	96	48
22/12/2015	25,1	20,2	8,6	99	61	22/01/2016	35,4	19,2	0	95	49
23/12/2015	24,9	20,4	89,2	100	83	23/01/2016	37,7	18,8	0	96	32
24/12/2015	23,6	20,5	59,4	100	95	24/01/2016	36,9	21,6	0	95	27
25/12/2015	25,3	20,4	0,8	98	86	25/01/2016	34,6	21,4	0	95	41
26/12/2015	29,1	21,1	0	97	73	26/01/2016	22,8	18,6	22,4	98	81
27/12/2015	32,4	22	0	98	53	27/01/2016	28,3	17,3	0	100	50
28/12/2015	34,3	23,5	0	98	65	28/01/2016	31,8	18,7	0	95	60
29/12/2015	33,2	23,3	23	99	70	29/01/2016	36,1	21,8	18,6	100	25
30/12/2015	31,2	24,2	13,4	98	68	30/01/2016	29,9	21,4	19,6	99	72
31/12/2015	30,3	23,7	0	94	61	31/01/2016	29,7	19,3	24,2	99	64
01/01/2016	28,7	21,8	0	94	71	01/02/2016	29,7	20,5	0	89	55
02/01/2016	29,9	20,4	0	94	70	02/02/2016	27,2	18	0	92	62
03/01/2016	32,9	20,3	0	95	62	03/02/2016	23,4	19,1	13	98	85
04/01/2016	29,6	20,9	10,4	95	59	04/02/2016	31,4	21,2	6	99	55
05/01/2016	26,6	24,1	0,6	97	71	05/02/2016	31,9	19,8	0	91	63
06/01/2016	33,2	22,4	1,6	99	70	06/02/2016	30,2	20,5	0	98	63
07/01/2016	30,6	22,9	0	96	71	07/02/2016	33,4	20,3	0	98	69
08/01/2016	26,6	20	0	92	78	08/02/2016	34,4	23,2	0	98	57
09/01/2016	27,9	20,9	0	94	80	09/02/2016	27,3	22,4	36,6	98	77

Anexo C. Dados meteorológicos coletados pela estação meteorológica instalada na Estação Experimental da empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, durante a condução do experimento de campo realizado. De 10.12.2015 até 09.02.2016. Santa Maria – RS, 2017.

Data	TMax (° C)	TMin (° C)	Prec. (mm)	UR% MAX.)	UR% MIN.)	Data	TMax (° C)	TMin (° C)	Prec. (mm)	UR% MAX.)	UR% MIN.)
10/02/2016	33,4	21,1	0	96	51	14/03/2016	29,9	16,4	0	98	62
11/02/2016	32,1	19,5	0	97	49	15/03/2016	31,6	18,9	0	99	61
12/02/2016	34,9	19,7	0	99	63	16/03/2016	31,8	18,4	0	97	63
13/02/2016	34,3	23,2	19,2	98	59	17/03/2016	35,7	20,6	0	98	50
14/02/2016	31,8	22,9	0	99	66	18/03/2016	35,6	23,5	0	94	40
15/02/2016	30,7	22,3	0	99	67	19/03/2016	23,9	18,8	6,6	99	74
16/02/2016	33,6	22,1	13,6	98	71	20/03/2016	20,9	18,3	40,6	100	84
17/02/2016	33,4	21,8	23	97	61	21/03/2016	26,6	19,3	5,8	99	83
18/02/2016	32,8	21	0	99	57	22/03/2016	25,7	17,4	0,8	99	61
19/02/2016	32,7	20,2	22,6	100	66	23/03/2016	26,4	15	0,2	100	55
20/02/2016	30,8	19,3	0	98	65	24/03/2016	25,3	16,7	0	99	72
21/02/2016	30,7	20,6	0	98	66	25/03/2016	22,4	17,7	52,2	99	82
22/02/2016	32,3	20,8	16,2	99	68	26/03/2016	20,7	17,7	49,6	100	80
23/02/2016	33,2	21,6	0	98	58	27/03/2016	24,9	18	8,8	99	69
24/02/2016	33,1	21,5	0	97	59	28/03/2016	24,5	18,5	3,2	99	67
25/02/2016	34,4	23,5	0	99	46	29/03/2016	27,4	15,2	0,2	100	54
26/02/2016	35,1	22,7	2,2	97	50	30/03/2016	27,2	14,3	0,2	100	55
27/02/2016	28,7	20,9	0	94	62	31/03/2016	27,3	14,8	0,2	100	63
28/02/2016	29,4	16,3	0	99	56	01/04/2016	29,1	18,2	0,2	100	61
29/02/2016	31,2	16,9	0	97	42	02/04/2016	29,2	19,2	15,2	100	65
01/03/2016	30,2	17,6	0	94	49	03/04/2016	26,8	16,9	0	100	70
02/03/2016	25,7	19,4	3	98	67	04/04/2016	26,3	19,8	2	99	74
03/03/2016	21,5	17,5	0	98	79	05/04/2016	29,4	19,9	0	100	75
04/03/2016	27,9	17,7	0	99	60	06/04/2016	35,6	21,9	0	96	50
05/03/2016	28,8	15,8	0	97	44	07/04/2016	29,9	20,6	0	100	75
06/03/2016	27,9	16,3	0	98	49	08/04/2016	25,6	20,2	20,6	100	92
07/03/2016	28,7	13,1	0	98	43	09/04/2016	23,1	19,3	43,8	100	97
08/03/2016	31,4	13,2	0	97	58	10/04/2016	26,9	21	11,2	100	81
09/03/2016	23,1	19,7	29,4	100	80	11/04/2016	26,7	20,6	4,6	99	79
10/03/2016	24,1	18,6	17	99	84	12/04/2016	25,4	20,1	1,8	99	80
11/03/2016	25,3	17,2	1,4	99	63	13/04/2016	28,7	19,9	11,2	100	64
12/03/2016	26,4	15,1	1	100	50	14/04/2016	28,8	18,6	2,2	100	65
13/03/2016	26,8	15,3	0	99	59	15/04/2016	35,1	22,3	0	99	26
						16/04/2016	35,2	25,9	0	81	42

Anexo D. Dados meteorológicos coletados pela estação meteorológica instalada na Estação Experimental da empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, durante a condução do experimento de campo realizado. De 10.02.2016 até 16.04.2016. Santa Maria – RS, 2017.