

Controle químico de brusone e mancha parda na cultura do arroz irrigado

Klaus Konrad Scheuermann¹ . Cristiano Nunes Nesi² 

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Itajaí. Rodovia Antônio Heil, 6800, CEP: 88318-112, Itajaí, SC, Brasil. ²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar. Serv. Ferdinando Tusset, S/N, CEP: 89801-970, Bairro São Cristovão, Chapecó, SC, Brasil.

Autor para correspondência: Klaus Konrad Scheuermann (klaus@epagri.sc.gov.br)

Data de chegada: 26/04/2021. Aceito para publicação em: 22/06/2021

10.1590/0100-5405/251530

RESUMO

Scheuermann, K.K.; Nesi, C.N. Controle químico de brusone e mancha parda na cultura do arroz irrigado. *Summa Phytopathologica*, v.47, n.3, p.168-172, 2021.

As principais doenças fúngicas que acometem a cultura do arroz na região Sul do Brasil são a brusone e a mancha parda, responsáveis por perdas significativas de produtividade e qualidade de grãos. Com o objetivo de disponibilizar alternativas de controle químico para essas doenças, foram avaliados, durante três safras agrícolas, dez tratamentos fungicidas, aplicados nos estádios R2 (emborrachamento) e R4 (pleno florescimento). Para o controle da mancha parda, os tratamentos ciproconazol + picoxistrobina, epoxiconazol

+ cresoxim-metílico, tebuconazol + trifloxistrobina e tricyclazol + tebuconazol foram os mais consistentes nos três anos avaliados. Para o controle da brusone, a mistura tricyclazol + tebuconazol e o tratamento somente com tricyclazol resultaram na menor incidência da doença, combinada com rendimento de grãos estatisticamente superior aos outros tratamentos. A mistura de tricyclazol + tebuconazol apresentou a melhor combinação entre eficiência de controle de ambas as doenças e rendimento de grãos.

Palavras-chave: Fungicidas, *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae*

ABSTRACT

Scheuermann, K.K.; Nesi, C.N. Chemical control of blast and brown spot in irrigated rice crop. *Summa Phytopathologica*, v.47, n.3, p.168-172, 2021.

The major fungal diseases affecting the rice crop in southern Brazil are blast and brown spot, responsible for significant yield and grain quality losses. With the aim of providing chemical control alternatives for these diseases, ten fungicide treatments were evaluated during three crop seasons through spraying in R2 (booting) and R4 (flowering) stages. For brown spot control, cyproconazole + picoxystrobin, epoxiconazole + kresoxim-methyl, tebuconazole

+ trifloxystrobin, and tricyclazole + tebuconazole were the most consistent treatments over the three evaluated years. For rice blast control, the mixture tricyclazole + tebuconazole, as well as tricyclazole alone, resulted in the lowest disease incidence and in statistically superior grain yield, compared to the remaining treatments. Tricyclazole + tebuconazole best combined efficient control of both diseases and grain yield.

Keywords: Fungicides, *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae*

O Brasil produz anualmente 11,2 milhões de toneladas de arroz, o que tem atendido a demanda da população brasileira que é de 10,8 milhões de toneladas (8). Apesar de autossuficiente na produção deste cereal, o país vem enfrentando uma redução drástica na área plantada, que passou de 5,99 milhões de hectares em 1976, para 1,66 milhão de hectares na safra 2019/2020 (8).

A ocorrência de problemas fitossanitários tem contribuído para uma menor produtividade e redução na qualidade dos grãos colhidos. Entre as principais doenças que acometem a cultura do arroz estão a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* Cav. (Tel. *Magnaporthe oryzae* (Herb.) Couch & Kohn) e a mancha parda, causada por *Bipolaris oryzae* (Haan) Shoemaker. (Tel. *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kur.) Dastur). A brusone é a doença mais severa da cultura, podendo ocorrer desde a fase de plântula até a maturação, sendo responsável por cerca de 30% das perdas de produção de grãos de arroz em todo o mundo (22). A mancha parda ocorre principalmente nas folhas e panículas, sendo os maiores danos provocados pela infecção das panículas, cujas perdas de produtividade podem chegar a 52%, além de ser uma das principais causas de perdas durante o beneficiamento (3).

O controle da brusone do arroz pode ser realizado de forma eficaz por meio da resistência genética, sendo conhecidos pelo menos 118

genes de resistência (16, 26). Entretanto, devido a elevada variabilidade genética do patógeno, a resistência de novos cultivares é suplantada cerca de 3-4 anos após o seu lançamento (9). O controle genético da mancha parda é ainda mais difícil, pois grande parte dos genes de resistência conhecidos são de efeito quantitativo (21). Por essas razões, o controle de ambas as doenças é realizado principalmente por meio de controle químico, cuja eficácia é dependente da época de aplicação, tecnologia de aplicação adotada e dos fungicidas utilizados (5, 24). Os fungicidas empregados na cultura do arroz são, em sua maioria, sítio-específicos, pertencendo principalmente aos grupos químicos dos triazóis, estrobilurinas e benzotiazóis. Fungicidas pertencentes aos dois primeiros grupos, apresentam diferenças significativas de eficiência de controle, tanto para brusone, quanto para mancha parda (17, 25). Em função disso, predomina atualmente o emprego de formulações que utilizam misturas de triazóis e estrobilurinas. Apesar de eficazes, fungicidas sítio-específicos são conhecidos por estimularem o aparecimento de populações resistentes dos patógenos-alvo (12). Em arroz, casos de resistência a fungicidas são descritos para vários grupos químicos, como é o caso da resistência de *P. oryzae* a azoxistrobina, em função de mutações no sítio Qo do citocromo b (2, 13). Para minimizar os problemas de resistência, o FRAC recomenda realizar a

rotação de moléculas fungicidas, ou mesmo a mistura de moléculas, que não possibilite o aparecimento de resistência cruzada. No caso de misturas, essas devem controlar de forma mais eficiente as populações do patógeno, quando comparadas aos princípios ativos empregados de forma isolada (14).

No presente trabalho, foi avaliada a eficiência de controle da brusone e mancha parda, por meio do emprego de tratamentos fungicidas pertencentes a quatro grupos químicos diferentes, incluindo suas misturas, e o impacto do controle dessas doenças sobre a produtividade e qualidade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Epagri/Itajaí-SC, (26°57'09.1''S; 48°45'50.3''W) nos períodos correspondentes as safras 2016/17, 2018/19 e 2019/20. Foi empregado o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo utilizadas parcelas de 2 x 5m, com espaçamento entre parcelas de 1,5m. A área experimental foi conduzida em sistema pré-germinado, sendo empregada a cultivar de arroz SCS117 CL na safra 2016/17 e SCS121 CL nas safras 2018/19 e 2019/20, com densidade de semeadura de 120 kg ha⁻¹. Os tratamentos fungicidas foram aplicados no estádio R2 (emborrachamento) e R4 (pleno florescimento), utilizando-se pulverizador costal propelido com CO₂, equipado com pontas de pulverização Micron 110DB02 (Tabela 1). Os bicos foram acoplados em uma barra de 2m, com espaçamento de 0,5m entre bicos, de modo a se obter uma vazão de 200L ha⁻¹.

As avaliações de controle da mancha parda foram realizadas por meio de contagens semanais do número de lesões na folha bandeira em 15 folhas/parcela, de forma aleatória e não destrutiva, durante quadro semanas, iniciando 7 dias após a primeira aplicação. As avaliações da incidência de brusone no campo, foram realizadas no estádio R8 (grão farináceo duro), utilizando escala de notas padronizadas internacionalmente pelo IRRI (15). Dentro da amplitude de cada nota, considerou-se o valor médio de panículas sintomáticas para a determinação da incidência de panículas com brusone em cada parcela.

Com o arroz em ponto de colheita, foi colhida uma área de 0,5 x 0,5m de cada parcela, a partir da qual fez-se a contagem do número de panículas com brusone e também a esterilidade de grãos. Foram consideradas panículas doentes, aquelas com sintomas cobrindo o

primeiro ou segundo nó basal. Para a determinação da esterilidade, essas panículas foram debulhadas manualmente e os grãos obtidos submetidos a uma corrente de ar, para separar as espiguetas vazias dos grãos cheios. Para determinação dos componentes de rendimento, foi colhida uma área de 4,25 m² de cada parcela, sendo a umidade dos grãos ajustada para 13%. O rendimento de grãos inteiros, incidência de grãos gessados e percentual de arroz beneficiado a partir do arroz em casca (renda), foram determinados em classificador (Selgrom Image S, Blumenau-SC) (19), utilizando-se 50g de cada amostra. A incidência da mancha parda foi integralizada como área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD): $AACPD = \sum [(y_1 + y_2)/2] * (t_2 - t_1)$, em que y_1 e y_2 são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente.

A análise dos dados foi realizada com o ambiente R (23), utilizando-se também o pacote 'agricolae' (20). Por não atenderem às pressuposições da análise de variância, os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparações múltiplas, utilizando-se o critério de Fisher como teste 'post hoc'.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações semanais da incidência de mancha parda na folha bandeira, permitiram estabelecer as curvas de progresso da doença, em reposta a cada tratamento (Figura 1). Na safra 2016/17, no momento da primeira aplicação, já havia uma alta incidência da doença, não permitindo o estabelecimento das curvas de progresso para sete dos tratamentos testados. A análise das curvas de progresso, juntamente com a AACPD nos três anos, mostra que os tratamentos com triciclazol e casugamicina, não controlaram a mancha parda (Figura 1, Tabela2). No caso do triciclazol, esse resultado já era esperado, pois se trata de um produto empregado especificamente para o controle da brusone do arroz (18). Entre os tratamentos que resultaram em uma menor AACPD e por consequência uma melhor eficiência de controle, estão as misturas de triazóis com estrobilurinas, com destaque para os tratamentos ciproconazol + picoxistrobina, epoxiconazol + cresoxim-metilico, tebuconazol + trifloxistrobina e também a mistura triciclazol + tebuconazol (benzotiazol + triazol). Misturas envolvendo triazóis e estrobilurinas reduziram a incidência de mancha parda, além de promover um aumento significativo na produtividade de grãos de arroz também no Paraguai (4). Castell-Miller et al. (6) obtiveram resultados

Tabela 1. Tratamentos fungicidas avaliados para controle de brusone e mancha parda na cultura do arroz irrigado. Itajaí/SC, safras 2016/17, 2018/19 e 2019/20

Ingrediente ativo	Produto comercial	Dose p.c.ha ⁻¹	Adjuvante	Dose p.c.ha ⁻¹
Triciclazol	Bim	250g	-	-
Tebuconazol	Alterne	750mL	-	-
Triciclazol + tebuconazol*	Bim + Alterne	250g + 750mL	-	-
Azoxistrobina	Priori	400mL	Nimbus	500mL
Difenoconazol	Score	300mL	-	-
Azoxistrobina + difenoconazol*	Priori + Score	400 + 300mL	Nimbus	500mL
Tebuconazol + trifloxistrobina	Nativo	750mL	Aureo	500mL
Epoxiconazol + cresoxim-metilico	Brio	750mL	Assist	500mL
Casugamicina	Kasumin	1,5L	-	-
Ciproconazol + picoxistrobina	Aproach Prima	400mL	Nimbus	500mL

* Mistura em tanque.

semelhantes no controle de *Bipolaris* spp. em arroz selvagem (*Zizania palustris*), utilizando combinações de propiconazol com azoxistrobina. No caso das estrobilurinas, seu efeito é citado não unicamente devido a ação direta da molécula fungicida sobre *B. oryzae*, mas também alterando a fisiologia da planta, e até mesmo modulando a resposta de resistência da planta de arroz (10). Debona et al. (11) demonstraram uma maior atividade de β -1,3-glucanase, peroxidase, polifenol oxidase e lipoxigenase em plantas de arroz submetidas a aplicação de azoxistrobina.

A avaliação de mancha parda considerou apenas a incidência da doença na folha bandeira, por permitir uma avaliação específica do controle. A incidência da mancha parda nos grãos ocorre frequentemente associada a outras doenças fúngicas que também mancham grãos, o que dificulta a avaliação, razão pela qual muitos trabalhos avaliam o impacto dos tratamentos fungicidas na redução de manchas nos grãos (17).

As avaliações de brusone de panículas mostraram uma incidência

média da doença de 45% no estágio R8 e de 51,9% no momento da colheita (Tabela 3). Observou-se que em ambas as avaliações, os tratamentos envolvendo a mistura em tanque de triciclazol + tebuconazol, triciclazol aplicado sozinho e tebuconazol + trifloxistrobina, foram os que proporcionaram maior redução na incidência de brusone. Esses tratamentos resultaram também em uma maior produtividade, sendo que os dois primeiros promoveram ainda o aumento na quantidade de arroz beneficiado. Tanto a brusone, quanto a mancha parda, tem potencial de impactar nos componentes de rendimento mensurados. Entretanto, o tratamento com triciclazol isoladamente, ineficaz contra mancha parda, resultou em ganhos nos componentes de rendimento de forma equivalente ao obtido com a mistura triciclazol + tebuconazol. Isso sugere que as variações nos componentes de rendimento observadas foram devidas principalmente a ocorrência de brusone (Tabela 3). Ahmadikhah & Khosravi (1) demonstraram que a brusone provoca uma redução significativa na qualidade dos grãos, quando comparado

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), estimada para a mancha parda do arroz (*B. oryzae*), em resposta a aplicação de tratamentos fungicidas. Itajaí/SC, safras 2016/17, 2018/19 e 2019/20

Tratamento	Safr		
	2016/17	2018/19	2019/20
Testemunha	404,6 a	119,7 a	53,8 a
Triciclazol	261,4 abc	89,4 ab	32,6 bc
Tebuconazol	217,6 cd	51,1 de	34,7 abc
Triciclazol + tebuconazole	205,1 cdef	47,8 e	22,2 de
Azoxistrobina	225,4 cdef	65,9 abc	35,3 abc
Difenoconazol	252,0 bc	57,9 cd	39,5 ab
Azoxistrobina + difenoconazole	215,5 cde	49,7 de	29,5 bcd
Tebuconazol + trifloxistrobina	160,2 ef	43,6 ef	27,5 cd
Epoxiconazol + cresoxim-metilico	145,1 def	36,5 f	18,3 e
Casugamicina	347,4 ab	69,7 bc	52,3 a
Ciproconazol + picoxistrobina	134,8 f	44,8 ef	16,2 e

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparações múltiplas, com o critério de Fisher como teste 'post hoc'.

Tabela 3. Valores médios de incidência de brusone nas panículas e de componentes de rendimento obtidos em resposta a aplicação de tratamentos fungicidas em arroz irrigado. Itajaí/SC, safras 2016/17, 2018/19 e 2019/20.

Tratamento	Inc. R8 (%)	Inc. C (%)	Ester (%)	RGI (%)	Gesso (%)	Produz kg ha ⁻¹	Renda (%)
Testemunha	45,0 a	51,9 a	31,3 a	49,5 d	15,8 a	5398,5 e	61,8 b
Triciclazol	5,9 de	10,2 cde	28,5 abc	61,5 ab	6,8 bc	6667,1 ab	70,1 a
Tebuconazol	22,5 abc	42,2 ab	29,9 ab	52,4 bcd	13,9 ab	5934,9 bcde	64,1 b
Triciclazol + tebuconazole	3,3 e	4,2 e	23,7 cd	62,1 a	5,6 c	6915,7 a	70,5 a
Azoxistrobina	22,2 bcd	29,5 bcd	27,2 bcd	54,4 abcd	13,7 abc	6213,0 bcd	65,2 b
Difenoconazol	44,1 a	63,7 a	29,1 abcd	47,5 cd	15,2 a	5350,7 e	60,0 b
Azoxistrobina + difenoconazol	27,0 bc	37,8 abc	28,3 abcd	53,6 abcd	12,9 abc	6217,2 bcd	64,6 b
Tebuconazol + trifloxistrobina	21,9 cde	25,9 de	24,5 d	56,0 abc	12,1 abc	6493,5 abc	66,8 b
Epoxiconazol + cresoxim-metilico	25,2 abc	37,8 ab	28,4 abcd	48,7 cd	15,4 a	5866,9 de	61,4 b
Casugamicina	33,5 ab	34,6 abc	28,05 bcd	51,6 cd	15,0 a	5911,9 cde	63,7 b
Ciproconazol + picoxistrobina	22,6 bcd	31,0 bcd	26,2 cd	54,5 abcd	12,2 abc	6320,5 bcd	64,9 b

Inc. R8: incidência de brusone de panículas (BP) no estágio R8; Inc. C: incidência de BP no momento da colheita; Ester: esterilidade de espiguetas; RGI: rendimento de grãos inteiros; Gesso: incidência de grãos gessados; Produz: Produtividade; Renda: rendimento (percentual de arroz beneficiado a partir do arroz em casca). Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparações múltiplas, com o critério de Fisher como teste 'post hoc'.

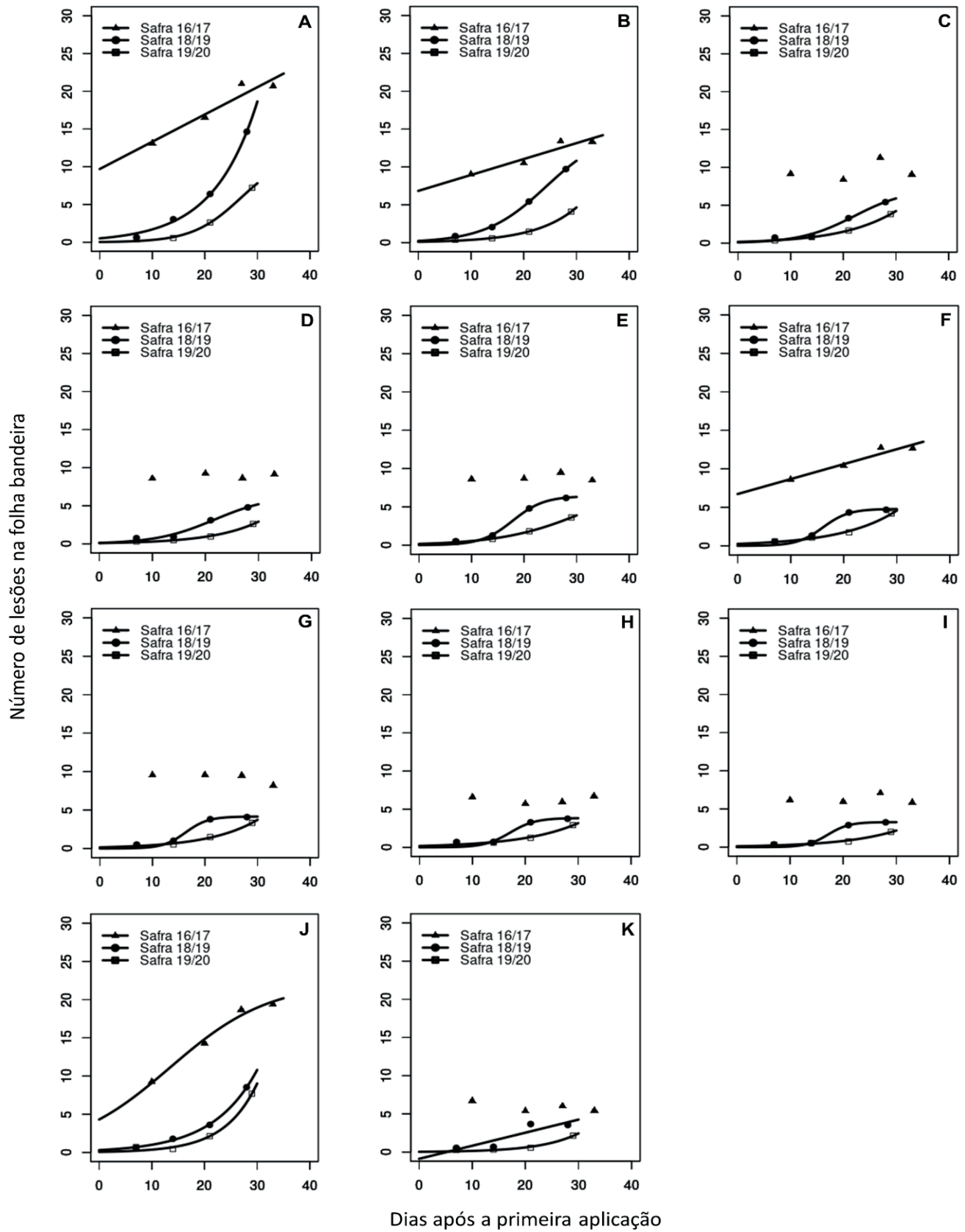


Figura 1. Curvas de progresso da mancha parda do arroz em resposta a aplicação de tratamentos fungicidas. Itajaí/SC, safras 2016/17, 2018/19 e 2019/20. As aplicações foram realizadas nos estádios R2 (emborrachamento) e R4 (florescimento). A: Testemunha; B: triciclazol; C: tebuconazol; D: triciclazol + tebuconazol; E: azoxistrobina; F: difenoconazol; G: azoxistrobina + difenoconazol; H: tebuconazol + trifloxistrobina; I: epoxiconazol + cresoxim-metilico; J: Casugamicina; K: ciproconazol + picoxistrobina.

ao arroz produzido com o emprego de fungicidas ou utilizando-se cultivares resistentes. Os dados apresentados mostraram que a brusone, além de apresentar um elevado potencial destrutivo durante o cultivo do arroz, pode provocar também perdas durante o beneficiamento dos grãos. Ao se avaliar de forma conjunta a eficácia dos tratamentos, verificou-se que a mistura de triciclazol + tebuconazol foi a que apresentou a melhor combinação entre eficiência de controle de ambas as doenças e rendimento de grãos.

O fungicida triciclazol apresenta um longo histórico de uso na cultura do arroz para o controle de brusone. Apesar de serem raros os casos de aparecimento de resistência a esse fungicida (7), o seu uso intensivo e continuado, aumenta o risco de seleção de populações de *P. oryzae* resistentes. Nesse sentido, o uso combinado de fungicidas, além de aumentar o espectro de controle, minimiza o risco de resistência (14). Vale ressaltar que, alguns dos fungicidas testados, como difenoconazol, ciproconazol + picoxistrobina e epoxiconazol + cresoxim-metilico, apresentam um intervalo de segurança superior a quarenta dias, o que deve ser observado em aplicações a partir do florescimento. Por fim, estratégias de manejo precisam ser associadas ao controle químico, visando minimizar a predisposição da cultura à ocorrência de doenças, o que irá impactar em uma menor dependência do uso de fungicidas.

AGRADECIMENTOS

Aos assistentes de pesquisa Geovani Porto e Samuel Batista dos Santos pelo apoio na condução dos experimentos no campo, processamento das amostras e tabulação dos dados.

REFERÊNCIAS

- Ahmadikah, A.; Khosravi, V. Rice grain quality as affected by blast-causing agent (*Pyricularia oryzae*) along with a molecular analysis of blast resistance at “*Pi5*” and “*Pi-ta*” loci. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v.12, n.6, p.870–877, 2018.
- Avila-Adame, C.; Köller, W. Characterization of spontaneous mutants of *Magnaporthe grisea* expressing stable resistance to the Qo-inhibiting fungicide azoxystrobin. **Current Genetics**, New York, v.42, n.6, p.332–338, 2003.
- Barnwal M.K.; Kotasthane, A.S.; Magculia, N.J.; Mukherjee, P.K.; Savary, S.; Singh, H.B.; Singh, U.S.; Sparks, A.H.; Variar, M.; Zaidi, N.W. A review on crop losses, epidemiology and disease management of rice brown spot to identify research priorities and knowledge gaps. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht v.136, n.3, p.443–445, 2013.
- Barúa, M.; Quintana, L.; Ortiz, A. Chemical control of rice brown spot (*Bipolaris oryzae*) in Paraguay. **Tropical Plant Research**, Kanpur, v.6, n.1, p.148–151, 2019.
- Bayer, T.; Costa, I.F.D.; Lenz, G.; Zemolin, C.; Marques, L.N.; Stefanelo, M.S. Equipamentos de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.2, p.192–198, 2011.
- Castell-Miller, C.; Schlatter, D.; Samac, D.A. Efficiency and profitability of fungicides in controlling *Bipolaris* diseases and enhancing grain yield in cultivated wild rice (*Zizania palustris*). **Crop Protection**, Guildford, v.141, p.105455, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105455>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- Chunyan, H.; Mei, G.; Shiji, S.; Hua, L. Tolerance of Rice Blast to Tricyclazole in Heilongjiang Province. **Chinese Journal of Rice Science**, Hangzhou, v.13, n.1, p.49–50, 1999.
- Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- D’avila, L.S.; Lehner, M.S.; Filippi, M.C.; Scheuermann, K.K.; Del Ponte,

- E.M. Genetic structure and mating type analysis of the *Pyricularia oryzae* population causing widespread epidemics in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.41, p.297–305, 2016.
- Debona, D.; Nascimento, K.J.T.; Gomes, G.J.O.; Aucique-Perez, C.E.; Rodrigues, F.A. Physiological changes promoted by a strobilurin fungicide in the rice-*Bipolaris oryzae* interaction. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York v.130, p.8–16, 2016.
- Debona, D.; Fortunato, A.A.; Araújo, L.; Rodrigues, A.L.C.; Rodrigues, F.A. Rice defense responses to *Bipolaris oryzae* mediated by a strobilurin fungicide. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.43, p.389–401, 2018.
- Deising, H. B.; Reimann, S.; Pascholati, S. F. Mechanisms and significance of fungicide resistance. **Brazilian Journal of Microbiology**, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.286–295, 2008.
- Fahad, S.; Nie, L.; Khan, F.A.; Chen, Y.; Hussain, S.; Wu, C.; Xiong, D.; Jing, W.; Saud, S.; Khan, F.A.; Li, Y.; Wu, W.; Khan, F.; Hassan, S.; Manan, A.; Jan, A.; Huang, J. Disease resistance in rice and the role of molecule breeding in protecting rice crops against diseases. **Biotechnology Letters**, Dordrecht, v.36, n.7, p.1407–1720, 2014.
- FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. **FRAC recommendations for fungicide mixtures, designed to delay resistance evolution**. FRAC, 2010. Disponível em: <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures---january-2010.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- International Rice Research Institute (IRRI). **Standard evaluation system for rice (SES)**. Los Banos: IRRI, 2002. 56p. Disponível em: (http://www.knowledgebank.irri.org/images/docs/rice-standard-evaluation-system.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.
- Kalia, S.; Rathour, R. Current status on mapping of genes for resistance to leaf- and neck-blast disease in rice. **3 Biotech**, Berlin, v.9, n.6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1738-0>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- Kongcharoen, N.; Kaewsalong, N.; Dethoup, T. Efficacy of fungicides in controlling rice blast and dirty panicle diseases in Thailand. **Scientific Reports**, London, v.10:16233, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73222-w>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- Kurahash, Y. Melanin biosynthesis inhibitors (MBIs) for control of rice blast. **Pesticide Outlook**, Cambridge, v.12, p.32–35, 2001.
- Marschalek, R.; Silva, M.C.; Santos, S.B.; Manke, J.R.; Biegging, C.; Porto, G.; Wickert, E.; Andrade, A. Image - Rice Grain Scanner: a three-dimensional fully automated assessment of grain size and quality traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.17, n.1, p.89–97, 2017.
- Mendiburu, F. **agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-8**. Uni: Lima, 2017. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=agricolae. Acesso em: 16 abr. 2021.
- Mizobuchi, R.; Fukuoka, S.; Tsushima, S.; Yano, M.; Sato, H. QTLs for resistance to major rice diseases exacerbated by global warming: brown spot, bacterial seedling rot, and bacterial grain rot. **Rice**, New York, v.9, n.23, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12284-016-0095-4>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- Nalley, L.; Tsiboe, F.; Durant-Morat, A.; Shew, A.; Thoma, G. 2016. Economic and environmental impact of rice blast pathogen (*Magnaporthe oryzae*). **PLoS ONE**, San Francisco, v.11, n.12, e0167295, 2016.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2020, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- Scheuermann, K. K.; Eberhardt, D.S. Avaliação de fungicidas para controle da brusone de panicula na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages v.10, n.1, p.23–28, 2011.
- Singh, H.S.; Kaushik, S.S.; Manendra S.C.; Negi, R.S. Efficacy of Different Fungicides against Rice Blast caused by *Pyricularia oryzae* (Cav.) under Field Condition in Satna District of Madhya Pradesh. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Kancheepuram, v.8, n.6, p.63–69, 2019.
- Wang, B.H.; Daniel, J.E.; Wang, Z.H. The arms race between *Magnaporthe oryzae* and rice: diversity and interaction of *Avr* and *R* genes. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v.16, n.12, p. 2746–2760, 2017.