

CIRCULAR TÉCNICA

191

Pelotas, RS
Julho, 2018

Efeito da Época e Número de Aplicações de Fungicidas no Controle de Brusone e Rentabilidade do Arroz Irrigado na Região Sul do Rio Grande do Sul

Cley Donizeti Martins Nunes
José Francisco da Silva Martins
Isabel Helena Verneti Azambuja
Juliano de Bastos Pazini



Introdução¹

A brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* (forma imperfeita) e *Magnaporthe oryzae* (forma perfeita), é uma doença bastante conhecida pela grande capacidade de destruir plantas de arroz, ocasionando perdas significativas de produtividade. Devido à importância do arroz na alimentação humana e aos prejuízos econômicos que causa, a doença tem sido amplamente estudada nos países produtores desse cereal.

A perda de produtividade é elevada, podendo ser de 70% a 80% (Ou, 1985), quando se predispõe de fatores que favorecem o desenvolvimento da brusone, tais como temperatura média superior a 28 °C, umidade relativa na faixa de 85 a 89%, presença de orvalho, estresse hídrico e adubação nitrogenada em excesso (Piotti et al., 2005). Atualmente, a incidência da doença é maior nos arrozais, particularmente, quando os agricultores buscam intensificar a produção usando cultivares suscetíveis associadas a elevadas doses de fertilizantes, principalmente de nitrogenados. Em consequência disso a brusone passa ser um limitador da expressão do potencial produtivo de cultivares suscetíveis.

A brusone, conforme a adequabilidade das condições ambientais, tem ampla distribuição e atinge alta severidade nas distintas regiões de produção de arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul, podendo ocorrer a partir do estágio de plântula (V6) à fase de maturação dos grãos (R6). Os sintomas iniciais nas folhas consistem de pequenas necroses marrons, que aumentam gradativamente de tamanho, tornando-se elípticas, com a borda marrom e o centro cinza ou esbranquiçado. Sob condições ambientais favoráveis, as lesões coalescem, causando o dessecamento das folhas e, muitas vezes, a morte das plantas. Os danos causados pela brusone às panículas são elevados, devido afetar o enchimento de grãos (Nunes et al., 2004).

¹ Cley Donizeti Martins Nunes, engenheiro-agrônomo, Dr. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS; José Francisco da Silva Martins, engenheiro-agrônomo, Dr. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS; Isabel Helena Vernetti Azambuja, engenheira-agrônoma, B.Sc. em Socioeconomia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS; Juliano de Bastos Pazini, engenheiro-agrônomo, doutorando em Fitossanidade, UFPel, Pelotas, RS

A utilização de cultivares resistentes é a estratégia econômica e ambientalmente mais eficaz para controlar a brusone, principalmente por produtores de baixo poder aquisitivo. O fungo, porém, pode superar (“quebrar”) a resistência pós-cultivo intensivo, por dois a três anos, dessas cultivares (Babujee; Gnanamanickham, 2000). A quebra da resistência tem sido atribuída à alta variabilidade genética do fungo, havendo relatos de que essa diversidade origina novas variantes patogênicas após contínuas gerações (Nunes et al., 2014).

Ainda é importante conhecer fontes primárias de inóculo (como restos culturais de arroz) e secundárias (principalmente gramíneas como arroz-vermelho e preto, capim-arroz, grama-boiadeira), favoráveis às epidemias. Há evidência de que os hospedeiros secundários interferem menos que os restos culturais na disseminação da doença, o que exige maior foco no manejo da soca, no sentido de evitar epidemias (Mackill, 1986; Nunes, 2004).

No Rio Grande do Sul, em cerca de cinco safras orizícolas (2011 a 2015), a aplicação de fungicidas aumentou aproximadamente 700%. Isso decorreu de um aumento superior a 70% no uso de cultivares suscetíveis à brusone, em mais de 50% das lavouras, o que perdura até ao presente. Isso, provavelmente, induziu ao aumento de casos de epidemia, associado ao surgimento de mais raças da doença, o que reduz o período da resistência (vida útil) das cultivares.

Na safra 2015/2016, em inúmeros arrozais do Rio Grande do Sul, foram realizadas até seis aplicações de fungicidas, visando ao controle de brusone, e pelo menos uma aplicação em cerca de 95% da área orizícola do Estado. Devido à maior demanda por fungicidas, em algumas regiões, o preço desses produtos aumentou em até 325% (Ogoshi, 2015, 2017a, 2017b), o que refletiu em um aumento significativo do custo de produção.

Considerando o atual uso elevado de fungicidas nos arrozais do Rio Grande do Sul, visando evitar ou minimizar danos de brusone, este estudo objetivou avaliar o efeito da época e do número de pulverizações desses produtos no controle da doença, e o resultado econômico de uma possível redução da quantidade aplicada.

Um experimento foi instalado em 19/11/2015, na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão - RS,

num Planossolo Háptico (31°48'45"Sul e 52°27'59" Oeste), no delineamento de blocos ao acaso com seis tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições. A adubação de base, foi feita com 250 kg/ha da fórmula 5 (N):20 (P2O5): (K2O). Utilizou-se a cultivar Guri INTA CL, suscetível à brusone (REUNIÃO, 2016), na densidade de 100 kg (de semente) ha⁻¹, no sistema de plantio direto em parcelas com 8,75 m² (dez linhas de 5 m espaçadas 0,175 m), afastadas 1,5 m à frente e lateralmente.

Pós-semeadura, em pré-emergência, foi aplicado o herbicida Gamit® na dose 0,5 L/ha. Aos 25 dias pós-emergência das plântulas de arroz foi iniciada a irrigação por inundação com uma lâmina d'água de 15 cm. Posteriormente, as plantas foram adubadas com uréia (45% de N), em cobertura (total de 450 kg/ha), aplicada parcelada (150 kg/ha), nos estádios V3-V4, V6-V7 e V9-V10 (Counce et al., 2000). As demais práticas culturais usadas basearam-se em recomendações técnicas para a cultura do arroz (Reunião, 2016).

Nos seis tratamentos inerentes a épocas x número de aplicações de fungicidas (Tabela 1) foi aplicada a mistura do ingrediente ativo (i.a.) triciclazol (225 g/ha) com os ingredientes ativos trifloxistrobina + tebuconazol (210 g/ha), atualmente muito usada para controle de brusone no Rio Grande do Sul. As plantas de arroz foram tratadas nos estádios de desenvolvimento R2 (emborrachamento), R4 (floração) e R6 (grão leitoso), conforme definidas por Counce et al. (2002).

Tabela 1. Tratamentos avaliados quanto ao efeito do número de aplicações de fungicidas no controle de brusone em três estádios de desenvolvimento da cultivar de arroz irrigado Guri INTA CL - safra 2015/16 - Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Aplicações ¹	Estádio de desenvolvimento reprodutivo
1	Emborrachamento (R2)
2	Emborrachamento + floração (R2 + R4)
3	Emborrachamento + floração + grão leitoso (R2+ R4 + R6)
2	Floração + grão leitoso (R4 + R6)
1	Grão leitoso (R6)
0	Testemunha (sem aplicação de fungicidas)

¹Mistura do ingrediente ativo triciclazol (225 g/ha) com os ingredientes ativos trifloxistrobina + tebuconazol (210 g/ha).

Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado a CO_2 , de pressão constante, equipado com barra de 2 m, provido de quatro pontas do tipo jato leque plano (XR 110 02), calibrado na pressão de 30 psi e velocidade de caminhamento de 1 m s^{-1} , para distribuir 200 L/ha de calda. Por ocasião das pulverizações, as condições de temperatura, de umidade relativa do ar e de velocidade do vento foram favoráveis.

O estabelecimento da brusone ocorreu de modo natural, sendo avaliada nas folhas e panículas, 10 dias após a terceira aplicação dos fungicidas, via a escala diagramática de notas 0 a 9, preconizada pelo sistema internacional de avaliação de doenças (IRRI, 2000).

A produtividade foi avaliada por meio da colheita de grãos em área útil das parcelas, de $3,5 \text{ m}^2$. Para tal, a massa de grãos foi pesada, sendo a umidade ajustada para 13%. A seguir, de cada parcela foram coletadas 20 panículas para determinar a esterilidade de espiguetas e o peso de mil grãos. Outra amostra (100 g), coletada na massa de grãos de cada parcela, foi utilizada para determinar o rendimento de grãos inteiros em engenho de provas, marca Suzuki.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Para análise estatística foi usado o programa Statistical Analysis System (SAS, 2012).

O teste de normalidade mostrou que a severidade da brusone nas folhas e panículas, a esterilidade de espiguetas, o peso de mil grãos, a produtividade e o rendimento de grãos inteiros tiveram distribuição simétrica. Ainda foi analisada a relação entre severidade de brusone nas panículas e produtividade de arroz, correlacionando as médias dos tratamentos [$N= 6$; teste t ($p \leq 0.05$)].

Os índices de severidade da brusone nas folhas da cultivar Guri Inta CL, na área experimental, foram baixos, conforme a nota (média= 3) do tratamento, sem aplicação de fungicida (Tabela 2).

Não houve diferença significativa quanto à severidade de brusone nas folhas, na fase final de maturação do arroz (R9), em decorrência do número de aplicações de fungicidas, sendo uma no emborrachamento (R2), duas, no emborrachamento + floração (R2+R4), três, no emborrachamento + floração

+ grão leitoso (R2+R4+R6) e duas, a primeira na floração e outra tardia em grão leitoso (R4+R6). Ademais esse último tratamento não diferiu da testemunha (Tabela 2).

Nas panículas, a severidade da brusone também foi baixa, atingindo apenas nota= 4 nas parcelas testemunhas. Porém, ocorreu redução da severidade em decorrência da aplicação de fungicidas nas fases de emborrachamento (R2), emborrachamento + floração (R2 + R4) e emborrachamento + floração + grão leitoso (R2+R4+R6). Nesse caso, é importante destacar que apenas uma aplicação de fungicidas em R2 atingiu a mesma eficiência de controle do que duas e três aplicações, em R2+R4 e R2+R4+R6, respectivamente (Tabela 2). Assim, as aplicações de fungicidas em R4+R6 e R6, tendo sido ineficientes no controle da doença, não proporcionaram diferenças significativas do tratamento testemunha (Tabela 2), corroborando resultados obtidos por Ribeiro (1989) e Scheuermann e Eberhard (2011). Conforme Ribeiro (1989), a eficiência de fungicidas decai quando aplicados tardiamente ou se a doença já se estabeleceu nos arrozais.

Tabela 2. Severidade de brusone às folhas e panículas da cultivar de arroz Guri Inta CL tratada com fungicidas em três estádios de desenvolvimento - safra 2015/16 - Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Aplicações (N°)/épocas ¹	Folhas		Panículas	
	Severidade ²	EC ³	Severidade	EC
R2	0a	100,0	1,5 ab ¹	62,5
R2+R4	0a	100,0	1,5 ab	62,5
R2+R4+R6	0a	100,0	1,0 a	75,0
R4+R6	1,0 ab	66,7	2,5 abc	37,5
R6	3,0 b	0	3,5 bc	12,5
Testemunha	3,0 b	0	4,0 c	-
CV (%)	15,1	-	17,2	-

¹R2= emborrachamento; R4= floração; R6= grão leitoso; ²Notas (0 a 9) atribuídas às folhas e panículas 10 dias após a terceira aplicação, conforme IIRRI (2000); Médias com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ³Eficiência de controle, com base no tratamento testemunha.

Não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos inerentes ao número de aplicações dos fungicidas para controle de brusone, nos três estádios reprodutivos da cultivar Guri Inta CL, e o tratamento testemunha, quanto a componentes da produção [esterilidade de espiguetas, peso de mil

grãos e rendimento de grãos inteiros (Tabela 3)] e produtividade (Tabela 4). Evidenciou-se que tal resultado decorreu da baixa severidade da doença nas folhas e panículas, com notas médias igual a 3 e 4, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 3. Componentes da produção da cultivar de arroz Guri Inta CL tratada com fungicidas para controle de brusone em três estádios de desenvolvimento - safra 2015/16 - Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Aplicações (N°)/época ¹	Esterilidade de espiguetas (%) ²	Peso de mil grãos (g) ²	Rendimento de grãos internos (%) ²
R2	11,41 a	26,00 a	62,80 a
R2+R4	10,49 a	26,40 a	62,45 a
R2+R4+R6	10,60 a	26,35 a	64,13 a
R4+R6	11,14 a	26,35 a	62,80 a
R6	11,13 a	26,43 a	63,30 a
Testemunha	12,15 a	26,00	62,60 a
CV (%)	39,3	1,88	1,74

¹R2= emborrachamento; R4= floração; R6= grão leitoso; ²Médias com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$);

A falta de diferença significativa inerente à produtividade de arroz entre tratamentos com fungicidas, visando o controle de brusone, e tratamento testemunha já foi detectada ainda que a produtividade das plantas tratadas tenha sido aproximadamente 1.500 kg/ha superior (Scheuermann; Eberhardt, 2011). Neste estudo, porém, apesar de não ter sido detectada diferença significativa quanto à produtividade entre os tratamentos com fungicidas e testemunha, foi constatada uma correlação significativa e negativa ($p= 0,051$) entre essa variável e a severidade de brusone nas panículas (Figura 1). Tal correção justificaria a tendência de maior produtividade de arroz nas parcelas tratadas com os fungicidas (Tabela 4).

Com base na referida tendência e na equação inerente à correlação (Figura 1), foi realizada uma simulação da produtividade a ser atingida pelos tratamentos químicos avaliados no experimento e analisada (estimada) a viabilidade econômica (lucratividade) de um maior ou menor número de aplicações (Tabela 4), utilizando as seguintes informações: severidade de brusone nas panículas (Tabela 2); doses, custos da aplicação aérea e preço

médio atual (litro ou quilo) das marcas comerciais de fungicidas contendo triciclazol (R\$ 235,00) e trifloxistrobina + tebuconazol (R\$ 70,00); preço atual da saca de arroz de 50 kg (R\$ 40,00).

Tabela 4. Produtividade real da cultivar de arroz Guri Inta CL tratada com fungicidas para controle de brusone em três estádios de desenvolvimento - safra 2015/16 - e dados de simulação para estimativa de lucratividade. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Aplicações Nº/épocas ¹	Produtiv. real (kg/ha) ²	Simulação				
		Produtiv. (kg/ha) ³	Diferenças (sacas) ⁴	Custo (sacas) ⁵	Lucratividade ⁶ Sacas (%)	
R2	10.209 a	10.213	21,2	4	17,2	81,1
R2+R4	9.989 a	10.213	21,2	8	13,2	62,3
R2+R4+R6	10.502 a	10.425	25,4	12	13,4	52,8
R4+R6	9.811 a	9.789	12,7	8	4,7	37,0
R6	8.988 a	9.366	4,2	4	0,2	4,8
Testemunha	8.663 a	9.154	-	-	-	-
CV (%)	10,1	-	-	-	-	-

¹R2= emborrachamento, R4= floração, R6= grão leitoso; ²Médias com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ³Baseada na relação entre produtividade real e severidade de brusone nas panículas; ⁴Estimativa do número de sacas (50 kg) produzidas a mais que o tratamento testemunha; ⁵Custo da aplicação (fungicidas + aeronave) expresso em número de sacas (uma aplicação= R\$ 160,00); ⁶Estimativa do número de sacas produzido, excluindo o custo do tratamento, e a respectiva taxa de retorno econômico.

As maiores produtividades simuladas corresponderam a uma, duas e três aplicações dos fungicidas, em R2 (emborrachamento), R2+R4 (emborrachamento + floração), e R2+R4+R6 (emborrachamento + floração + grão leitoso), respectivamente, superando em 1.000 kg/ha a produtividade associada ao tratamento testemunha. A indicação de que a aplicação única de fungicidas em R2 viabiliza uma produtividade igual à atribuída a duas e três pulverizações mais tardias, tem base na evidencia de que tratamentos no estágio de emborrachamento e floração são mais efetivas no controle da brusone, assegurando níveis normais de produtividade (Ribeiro, 1989). Portanto, dependendo da severidade da doença, que pode variar conforme a safra, região orizícola, cultivar utilizada e práticas de manejo da cultura, dentre outros fatores, é possível reduzir o número de aplicações de fungicidas, com impacto positivo nos custos de produção.

Nesse contexto, este estudo indicou que um melhor retorno econômico pode ser obtido com somente uma aplicação de triciclazol (225 g/ha) misturado com trifloxistrobina + tebuconazol (210 g/ha), no estágio R2 (emborrachamento), conferindo um maior lucro, de cerca de 80%, tendo como referência o custo do tratamento, de R\$ 160,00 (Tabela 4). Aos benefícios agrônômicos e econômicos de apenas uma aplicação de fungicidas, somam-se benefícios ambientais (menor risco de contaminação de recursos hídricos, seres humanos e animais, etc.), e alimentares (menor risco acúmulo de resíduos químicos dos fungicidas nos grãos em decorrência da aplicação ser realizada em época anterior à de formação de grãos).

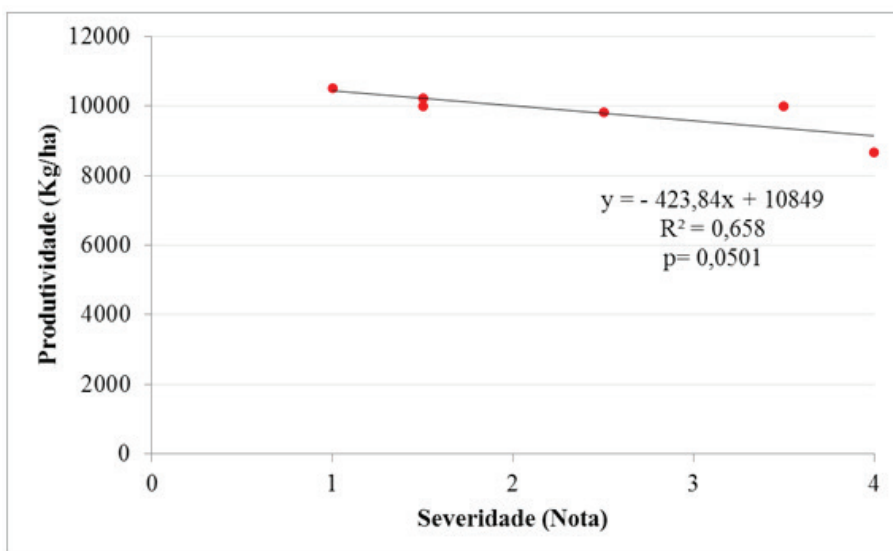


Figura 1. Relação entre produtividade de arroz e severidade de brusone nas panículas da cultivar de arroz Guri Inta CL tratada com fungicidas em três estádios de desenvolvimento - safra 2015/16. ¹Notas (0 a 9) atribuídas às panículas aos 10 dias após a terceira aplicação dos fungicidas, conforme IRRI (2000). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Considerações finais

Em situação de baixa severidade de brusone, frequente em arrozais do sul do Rio Grande do Sul, portanto, menos prejudicial do que em outras regiões

orizícolas do Estado, uma aplicação da mistura de triciclazol (225 g/ha) com trifloxistrobina + tebuconazol (210 g/ha), na fase de emborrachamento (R2), evidencia-se como suficiente para controlar a doença e assegurar a capacidade produtiva das cultivares.

Referências

- BABUJEE, L.; GNANAMANICKHAM, S. S. Molecular tools for characterization of rice blast pathogen (*Magnaporthe grisea*) population and molecular marker-assisted breeding for disease resistance. **Current Science**, v. 78, p. 248-257, 2000.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.
- IRRI (International Rice Research Institute). **Standard evaluation system for rice (SES)**. Manila, Philippines, 2000. 56 p.
- MACKILL, A. O. New hosts of *Pyricularia oryzae*. **Plant Disease**, v. 70, p. 125-127, 1986.
- NUNES, C. D. M.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. Principais doenças em arroz irrigado e seu controle. In: GOMES, A. S.; MAGAHLÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 579-621.
- NUNES, C. D. M.; MOTA, M. S.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Variabilidade de *Pyricularia oryzae* Cav. em genótipos de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, p. 263-270, 2014.
- OGOSHI, C. Epidemia de brusone do arroz no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, v. 63, p. 13-15, 2015.
- OGOSHI, C. Variedades resistentes seguram as pontas depois da explosão de doença. **Anuário Brasileiro do Arroz**, p.59-64, 2017a.
- OGOSHI, C. Contagem regressiva. **Planeta Arroz**, Ano 17, ed. 62, p. 36-37, 2017b.
- OU, H. S. **Rice Diseases**. 2. ed. Kew, Surrey, England: Commonwealth Micological Institute, 1985. 380 p.
- PIOTTI, E.; RIGANO, M. M.; RODINO, D.; RODOLFI, M.; CASTIGLIONE, S.; PICCO, A. M.; SALA F. Genetic Structure of *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. Isolates from Italian Paddy Fields. **Journal of phytopathology**, v. 153, p. 80-86, 2005.
- PURI, K. D.; SHERESTHA, S. M.; JOSHI, K. D.; KHATRI, G. B. Survival of *Magnaporthe grisea* on rice seeds from artificially inoculated panicles of selected rice lines. **Tropical Agricultural Research**, v. 19, p. 91-100, 2007.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2016. 197 p.

RIBEIRO, A. S. **Controle integrado das doenças do arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa-CPATB, 1989. 29 p. (Embrapa-CPATB. Circular Técnica, 3).

SAS Institute. **SAS Technical report SAS/STAT Software**. Cary: SAS Institute, 2012.

SCHEUERMANN, K. K.; EBERHARDT, D. S. Avaliação de fungicidas para o controle da brusone de panícula na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, p. 23-28, 2011.

Embrapa Clima Temperado
BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição
Obra digitalizada (2018)



Comitê Local de Publicações
Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente

Enio Egon Sosinski

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando

Jackson, Marilaine Schaun Pelufê,

Sônia Desimon

Revisão de texto

Bárbara C. Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica

Nathália Fick (estagiária)

Foto da capa

Cley Nunes