

# DESENVOLVIMENTO DE EQUAÇÕES DE FUNÇÕES DE DANO PARA DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES EM ARROZ IRRIGADO

Luiz Carlos Bordin<sup>1</sup>, Ricardo Trezzi Casa<sup>2</sup>, Leandro Luiz Marcuzzo<sup>3</sup>, Erlei Melo Reis<sup>4</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Pyricularia oryzae*, controle químico, limiar de dano econômico.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre as culturas mais plantadas e consumidas, sendo considerada a base da alimentação da maior parte da população mundial (EMBRAPA, 2005). No Brasil é a terceira cultura mais expressiva e se destaca como sendo o maior produtor na América Latina e o nono no mundo, com 1,7% da produção (CEPA/EPAGRI, 2011).

Em consequência do uso intensificado das áreas de cultivo, sérios problemas de natureza sanitária foram criados e a ocorrência de doenças é um dos maiores fatores limitantes de expressão do potencial produtivo desta cultura. A planta de arroz, em qualquer fase de desenvolvimento, está sujeita a doenças que reduzem a qualidade e a quantidade final do produto.

Dentre as principais doenças fúngicas foliares, a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, é considerada a doença que mais ameaça a sustentabilidade econômica da orizicultura, pela intensidade que ocorre nas lavouras sob condições climáticas favoráveis, determinando danos elevados no rendimento de grãos (PRABHU & FILIPPI, 2006).

Outras doenças foliares com menor potencial de dano, porém, com ocorrências frequentes nos últimos anos nas regiões produtoras de arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são, a mancha parda, a mancha estreita e a escaldadura (SOSBAI, 2012).

As doenças foliares diminuem a área foliar útil das plantas de arroz e, consequentemente, a capacidade da planta de realizar fotossíntese e produzir fotoassimilados, influenciando no enchimento de grãos em plantas infectadas (BEDENDO, 1997). Por esse motivo, o controle químico tem sido uma das formas mais viáveis para garantir o potencial produtivo dos cultivares de arroz e atender a demanda da agricultura moderna (KIMATI, 1995; SOSBAI, 2012).

Segundo as indicações técnicas para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2012), os fungicidas devem ser aplicados preventivamente de uma a duas vezes para a brusone e para outras doenças foliares, quando surge “muito” sintoma. Entretanto, a aplicação de defensivos agrícolas sem nenhum critério técnico, nesta cultura, proporcionados pelo modelo convencional de agricultura, provoca aumento no custo de produção e a contaminação do meio ambiente. Isto ocorre pelo uso inadequado de fungicidas realizado sem base em critérios técnicos e econômicos, como aplicações preventivas e/ou por estágio fenológicos, que podem levar a ineficácia de controle e aumento do custo de produção (REIS & CASA, 2007; REIS et al., 2010).

Os objetivos deste trabalho foram relacionar a intensidade das doenças fúngicas foliares (brusone, mancha parda e escaldadura, considerando um patossistema múltiplo) com o rendimento de grãos, obter a equação matemática de regressão da função de dano e calcular o limiar de dano econômico das doenças para servir de critério indicativo do momento para o controle químico econômico.

<sup>1</sup> Aluno de Doutorado em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UEDESC, Av. Luiz de Camões, 2090, Lages, SC. 88520-000. E-mail: [luizcarlosbordin@ifc-riodosul.edu.br](mailto:luizcarlosbordin@ifc-riodosul.edu.br)

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UEDESC. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

<sup>3</sup> Professor do Curso de Agronomia do Instituto Federal Catarinense-Campus Rio do Sul

<sup>4</sup> Professor de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios em lavouras comerciais, na safra agrícola de 2011/12, no município de Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina.

Na semeadura foi utilizado o cultivar de arroz SCS 116 Satoru, cujas características são ciclo tardio, medianamente resistente a brusone e sem informação para as demais doenças fúngicas foliares. A semeadura foi no sistema pré-germinado na quantidade de 150 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. As adubações e o controle de plantas invasoras e pragas foram realizados de acordo com as indicações técnicas para a cultura do arroz no sul do país (SOSBAI, 2012).

No presente trabalho a mistura de fungicida triazol e estrobilurina foi usado como ferramenta de pesquisa para gerar o gradiente das doenças fúngicas segundo proposto por Sah & Mackenzie (1987). O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos constituídos de números (uma, duas, três, quatro e cinco) de aplicações de fungicidas, com quatro repetições, totalizando 24 parcelas por ensaio. A área correspondente a cada unidade experimental foi de 5,0 x 2,5 metros.

Os fungicidas foram aplicados a partir do estágio vegetativo metade do perfilhamento (V6), em intervalos de 15 a 20 dias pelo uso de pulverizador costal de precisão, com pressão gerada por gás CO<sub>2</sub> e volume de calda equivalente a 200 litros ha<sup>-1</sup>.

A avaliação das doenças foliares foi realizada com base no critério da incidência e da severidade foliar, nos estádios final de perfilhamento (V8), diferenciação da panícula (R0), emborrachamento (R2), floração (R4) e grão leitoso (R6). Esta determinação foi realizada em 30 folhas verdes e expandidas coletadas ao acaso por parcela.

Considera-se incidência foliar o número de folhas amostradas que estão doentes, expressa em porcentagem, enquanto severidade foliar refere-se ao percentual de área de tecido afetado pela doença (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; VALE et al., 2004; REIS & CASA, 2007).

A colheita foi feita manualmente e calculou-se o rendimento em Kg de grãos ha<sup>-1</sup>, baseando-se na área experimental colhida.

Os dados de intensidade de doença foram relacionados com os dados de rendimento de grãos visando obter as equações correspondentes às funções de dano para posterior uso no cálculo do limiar de dano econômico (LDE).

Os dados de intensidade obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando alcançada significância estatística ( $p < 0,05$ ) foi procedida o ajuste de regressão. Utilizou-se o programa estatístico SAS 9.2. As equações foram convertidas em funções de dano para a estimativa de rendimento em 1.000 Kg de grãos ha<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a metodologia usada gerou-se o gradiente da doença e do rendimento de grãos correspondente aos estádios de final de perfilhamento, iniciação da panícula, emborrachamento, floração e grãos leitoso. De acordo com os resultados obtidos houve efeitos significativos dos tratamentos sobre o controle das doenças e no rendimento de grãos (Tabela 1).

As condições climáticas ocorrentes foram favoráveis à epidemia das doenças durante o desenvolvimento da cultura, com predomínio da brusone. Essas condições favoreceram o aparecimento inicial dos sintomas já na fase vegetativa da cultura. A presença das doenças começou a ser observada a partir da primeira aplicação de fungicida, no estágio vegetativo V6 (metade do perfilhamento). Estes dados permitiram determinar a taxa de progressão da epidemia, indicando uma incidência inicial de 13,3% e severidade de 0,33%.

O aumento da intensidade das doenças que ocorreram durante as aplicações de fungicidas de acordo com cada tratamento, foi devido a grande capacidade que a planta possui em perfilhar e emitir novas folhas, as quais não estavam protegidas pelo resíduo do

fungicida e conseqüentemente foram infectadas devido à pressão do inóculo dos agentes causais das manchas foliares.

Todas as equações geradas, de incidência e severidade, foram significativas, indicativo de que houve interação entre intensidade de doenças foliares com rendimento de grãos para os diferentes estádios fenológicos da cultura e que o gradiente foi gerado para todos os estádios fenológicos avaliados.

Os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram superiores a 50%, com exceção do estágio vegetativo V8 ( $R^2 = 0,48$ ), no ensaio 1, devido à irregularidade entre o rendimento de grãos e os valores de severidade.

As equações das funções de dano foram ajustadas para uma tonelada obtidas pela correlação entre o rendimento de grãos e a intensidade das doenças (Tabela 1). O efeito da intensidade das doenças sobre o rendimento ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) determinou uma redução na quantidade de grãos de até 49,1% para o ensaio 1 e 47,2% para o ensaio 2.

Tabela 1. Equações da função de dano ajustada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura, com base na intensidade (incidência e severidade) foliar, geradas por estádios fenológicos para o cultivar SCS 116 Satoru, município de Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2011/12

Ensaio	1/ EC	Incidência		Severidade		
		Equações ajustadas	$R^2$	Equações ajustadas	$R^2$	$p$ ***
1	V8	$R = 1.000 - 24,11 I$	0,62	$R = 1.000 - 235,4 S$	0,48	0,0001
	R0	$R = 1.000 - 19,99 I$	0,80	$R = 1.000 - 255,0 S$	0,61	0,0001
	R2	$R = 1.000 - 20,24 I$	0,84	$R = 1.000 - 190,2 S$	0,61	0,0001
	R4	$R = 1.000 - 7,00 I$	0,81	$R = 1.000 - 160,1 S$	0,86	0,0001
	R6	$R = 1.000 - 7,78 I$	0,84	$R = 1.000 - 165,4 S$	0,82	0,0001
2	V8	$R = 1.000 - 11,34 I$	0,81	$R = 1.000 - 202,2 S$	0,78	0,0001
	R0	$R = 1.000 - 10,27 I$	0,76	$R = 1.000 - 208,3 S$	0,71	0,0001
	R2	$R = 1.000 - 10,19 I$	0,89	$R = 1.000 - 188,5 S$	0,76	0,0001
	R4	$R = 1.000 - 11,05 I$	0,81	$R = 1.000 - 226,4 S$	0,77	0,0001
	R6	$R = 1.000 - 7,93 I$	0,84	$R = 1.000 - 186,5 S$	0,92	0,0001

<sup>1</sup>Escala de desenvolvimento (Counce et al., (2000)); <sup>2</sup>Coefficiente de determinação; \*\*\*Probabilidade de erro;

As funções de dano geradas neste trabalho podem ser usadas no cálculo do limiar de dano econômico (LDE). Para a determinação do LDE utiliza-se como base a fórmula gerada por Munford & Norton (1984) e modificada por Reis et al. (2000) para doenças fúngicas foliares:  $ID = (Cc/Pp \cdot Cd) \cdot Ec$ ; onde ID = intensidade da doença para o início do controle; Cc = custo de controle por hectare (fungicida, combustível, amassamento, mão-de-obra do operador) de R\$ 100,00 (CRAVIL-Cooperativa de Rio do Sul/SC); Pp = preço da tonelada de grãos de arroz de R\$ 660,00 (CRAVIL); Cd = coeficiente de dano (obtido da equação da função de dano para floração:  $R = 1.000 - 7,00 I$ ;  $R^2 = 0,81$ ) (Tabela 1); e Ec = eficiência do controle de 62,5%, calculada com base na diferença entre a incidência da testemunha e a média dos tratamentos (cinco aplicações de fungicida) nos estádios floração (R4) e grão leitoso (R6). Nesse caso, considera-se que para cada 1% de incidência das doenças ocorreu uma redução de 7,00  $\text{Kg ha}^{-1}$  ou 0,007 toneladas no estágio de floração para cada 1.000 kg de grãos colhidos.

Na prática o valor de Cd deve ser ajustado para o rendimento potencial da lavoura de arroz. Se considerar uma lavoura que tenha um rendimento estimado de 9.000  $\text{Kg ha}^{-1}$  o Cd calculado será de 63,00  $\text{Kg ha}^{-1}$  ou 0,063 ton. Substituindo esses valores na fórmula obtém-se um LDE = 1,5% de incidência foliar, indicando que a aplicação de fungicida para o

controle do patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura, neste estágio, devem iniciar quando a incidência atingir 1,5%.

A recomendação oficial da pesquisa do arroz para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina preconiza o tratamento químico preventivamente em determinados estágios fenológicos da cultura (emborrachamento tardio e floração). Porém, este valor de 1,5% de incidência, é um critério científico e indicador do momento para o início do controle químico de doenças fúngicas foliares em arroz irrigado em cultivares com reação similar o SCS 116 Satoru. O uso de fungicidas deve garantir a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade agrícola. Por isso, caso não ocorra à doença e/ou se não é econômico o seu controle, não justifica aplicar fungicida, pois contribui para a poluição ambiental e aumento do custo de produção.

## CONCLUSÃO

As equações das funções de dano podem ser utilizadas no cálculo do LDE, e que este é uma opção indicadora do momento para proceder-se o controle químico do patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura na cultura do arroz irrigado para o cultivar SCS 116 Satoru e em cultivares com reações semelhantes, mantendo a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDENDO, I.P. Doenças do arroz. In: KIMATI, H. & AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. cap 10, p. 85-99.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289p.
- CEPA/EPAGRI. **Produção e mercado mundial, safra 2010/11**. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2011/Arroz.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2011/Arroz.pdf)>. Acesso em: 20 apr. 2013.
- KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e Conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 3ª ed., 1995. v.1, 919p.
- MUNFORD, J.D., NORTON, G.A. Economics of decision making in pest management. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 29, p.157-174, 1984.
- REIS, E.M. & CASA, R.T. **Doenças dos Cereais de Inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2 ed. Ver. atual. Lages: Graphel, 2007. 176p.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L.; MENDES, C. M. Efeito da ferrugem da folha no rendimento de grãos de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 67 – 71, 2000.
- REIS, E.M.; FORCELINI, C.A.; REIS, A.C. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 6ª ed. rev. ampl. Passo Fundo. Ed. Universidade de Passo Fundo, 2010. 226p.
- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**; XXIX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Itajaí, 2012. 179p.
- VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004. 531p.
- EMBRAPA. **Importância econômica, agrícola e alimentar do arroz**. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em: 05 maio 2013.