

## Estimativa de danos causados pela brusone na produtividade de arroz de terras altas<sup>(1)</sup>

Anne Sitarama Prabhu<sup>(2)</sup>, Leila Garcês de Araújo<sup>(3)</sup>, Cláudia Faustina<sup>(4)</sup> e Rodrigo Fascin Berni<sup>(5)</sup>

Resumo – Este trabalho teve como objetivos determinar as perdas na produtividade de arroz causadas pela brusone (*Pyricularia grisea*) e estabelecer as relações entre a severidade da doença e alguns componentes de produtividade, nas condições naturais de infecção no campo. Foram realizados dois experimentos em solos de cerrado, com e sem irrigação suplementar, com as cultivares melhoradas de arroz de terras altas (Bonança, Canastra, Caiapó e Primavera). O método de regressão múltipla foi utilizado, incluindo severidade de brusone nas folhas e de brusone nas panículas como variáveis independentes e produtividade como variável dependente, para estimativa das perdas na produtividade. No experimento com irrigação suplementar, a severidade de brusone nas folhas não contribuiu para variação da produtividade. No experimento sem irrigação, a perda média na produtividade das quatro cultivares, estimada com base na equação de regressão, foi de 59,6%, considerando as médias de 33,6% e 49,9% de brusone nas folhas e panículas, respectivamente. A perda estimada em biomassa, causada pela brusone nas folhas, foi de 28,6%. As relações entre severidade de brusone nas panículas e a porcentagem de espiguetas vazias foram lineares e positivas e resultaram em 5,0% e 43,9% de perdas, nos experimentos com e sem irrigação, respectivamente. A brusone nas panículas reduziu a massa de 100 grãos em 5,9% no experimento irrigado e em 47,8% no experimento não irrigado.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, *Magnaporthe grisea*, *Pyricularia grisea*, controle químico, fungicidas.

### Estimation of grain yield losses caused by blast in upland rice

Abstract – The objectives of this work were to determine rice grain yield losses caused by blast (*Pyricularia grisea*) and to establish the relationships between blast severity and some yield components. Two field experiments were carried out, on cerrado soil, with and without supplementary irrigation, with upland rice cultivars (Bonança, Canastra, Caiapó and Primavera) improved for superior grain quality. Multiple regression procedure was utilized including leaf and panicle blast severities as independent variables and grain yield as dependent variable, for estimating yield losses. The leaf blast severity did not contribute to the variation in grain yield, in the experiment with supplementary irrigation. In the experiment without irrigation, the average yield loss of four cultivars, estimated on the basis of regression equation was 59.6%, considering the mean leaf and panicle blast severities of 33.6% and 49.9%, respectively. The estimated loss in biomass due to leaf blast was 28.6%. The relationship between panicle blast and percentage of empty spikelets was positive and linear, resulting in 5.0% and 43.9% loss, in experiments with and without supplementary irrigation, respectively. Panicle blast reduced 100-grain mass by 5.9% in experiment with irrigation and 47.8% without irrigation.

Index terms: *Oryza sativa*, *Magnaporthe grisea*, *Pyricularia grisea*, chemical control, fungicides.

### Introdução

Entre as doenças do arroz, a brusone, cujo agente causal é *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. [= *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr], é a que mais prejuízo causa à cultura de terras altas, sem irrigação e com irrigação suplementar. O grau de resistência da cultivar e o controle químico são os principais componentes do manejo integrado da brusone. O conhecimento sobre o potencial do patógeno em causar perdas na produtividade das cultivares me-

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 14 de julho de 2003.

<sup>(2)</sup> Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: prabhu@cnpaf.embrapa.br

<sup>(3)</sup> Embrapa-CNPAF. Bolsista do CNPq. E-mail: leilag@cnpaf.embrapa.br

<sup>(4)</sup> Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: claudia@cnpaf.embrapa.br

<sup>(5)</sup> Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: rodrigo@cnpaf.embrapa.br

lhoradas de arroz é importante para racionalizar o uso de fungicidas no manejo integrado da brusone. Diferentes métodos para quantificar as perdas em culturas anuais foram relatados (Torres & Teng, 1993; Pinnschmidt et al., 1994; Bergamin Filho & Amorim, 1996). Os prejuízos causados pela brusone são variáveis, dependendo do grau de resistência da cultivar, da época de incidência, das práticas culturais e das condições climáticas. As perdas causadas por brusone nas folhas são indiretas e afetam a fotossíntese e a respiração (Bastiaans et al., 1994). Nas panículas, os danos são diretos, em virtude de seu efeito em diferentes componentes de produção. A relação entre a brusone nas folhas e nas panículas e seu efeito na produção de grãos têm sido estudados em diversos países (Prabhu & Faria, 1982; Prabhu et al., 1989; Torres & Teng, 1993; Pinnschmidt et al., 1994). Nas Filipinas, Torres & Teng (1993) desenvolveram uma equação de regressão múltipla para determinar as perdas causadas pela severidade da brusone nas folhas e panículas na colheita. As perdas estimadas em cinco cultivares de ciclo precoce e cinco de ciclo médio de arroz de terras altas variaram de 15% a 44%, quando a brusone foi parcialmente controlada com fungicidas (Prabhu et al., 1986). Essas estimativas e a relação entre a doença e as perdas na produtividade são aplicáveis somente com as cultivares testadas. No Brasil, os prejuízos causados pela brusone em cultivares de arroz de terras altas, melhoradas para qualidade de grãos, são desconhecidos.

Este trabalho teve como objetivos determinar as perdas na produtividade de arroz causadas pela brusone e estabelecer as relações entre a severidade da doença e alguns componentes de produtividade, nas condições naturais de infecção no campo.

### Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos, nas condições de cultivo de terras altas, um com irrigação suplementar sob pivô central (experimento I) e outro sem irrigação (experimento II), no ano agrícola de 2001/2002, nos campos experimentais da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, no Município de Santo Antônio de Goiás, GO. O solo é um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico com as seguintes características químicas (0-20 cm) no experimento I: pH(H<sub>2</sub>O) 5,4; 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>

de Ca<sup>2+</sup>; 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al<sup>3+</sup>; 1,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 62,0 mg dm<sup>-3</sup> de K; 1,9 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 49,0 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 36,0 mg dm<sup>-3</sup> de Mn e 22 g dm<sup>-3</sup> de MO. No experimento II foram determinadas as seguintes características: pH(H<sub>2</sub>O) 5,1; 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al<sup>3+</sup>; 26,6 mg dm<sup>-3</sup> de P; 67,0 mg dm<sup>-3</sup> de K; 2,2 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 6,7 mg dm<sup>-3</sup> de Zn; 39,0 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 10,0 mg dm<sup>-3</sup> de Mn e 17 g dm<sup>-3</sup> de MO.

Os experimentos I e II foram instalados em 21 e 27 de dezembro de 2001, respectivamente. Por ocasião da semeadura, aplicaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK (5-30-15+Zn), 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, 20 kg ha<sup>-1</sup> de Zn e 20 kg de micronutrientes (FTE). A adubação de cobertura foi feita aos 42 dias após a semeadura, empregando-se 160 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio no experimento I. Não foi realizada a cobertura com N no experimento II por causa da alta incidência da brusone nas folhas na fase vegetativa. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em um esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições. As parcelas consistiram das cultivares Primavera, Bonança (ciclo precoce - 110 dias), Canastra, Caiapó (ciclo médio - 130 dias). As subparcelas incluíram tratamentos, sem e com aplicação de fungicidas. As subparcelas tratadas consistiram do tratamento de sementes com pyroquilon (400 g de i.a. por 100 kg de sementes), e cinco e seis aplicações de fungicidas foliares nas cultivares de ciclo precoce e médio, respectivamente.

Nas cultivares de ciclo médio, foram realizadas quatro aplicações de azoxystrobin (200 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.), iniciando-se 50 dias após o plantio, em intervalos de dez dias; uma aplicação de mistura de azoxystrobin (200 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.) + difenoconazole (150 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.), aos 90 dias após o plantio, e outra aplicação com difenoconazole (150 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.), aos 110 dias após o plantio. Nas cultivares de ciclo precoce, foram feitas três aplicações de azoxystrobin (200 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.), iniciando-se 50 dias após o plantio, em intervalos de dez dias; uma aplicação de mistura de azoxystrobin (200 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.) + difenoconazole (150 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.), aos 80 dias após o plantio, e outra aplicação com difenoconazole (150 mL ha<sup>-1</sup> de i.a.), aos 90 dias após o plantio. As parcelas consistiram de seis linhas de cinco metros, espaçadas de 0,30 m, totalizando uma área de 9,0 m<sup>2</sup>. A densidade de semeadura foi de 80 sementes por metro linear. O controle de plantas daninhas foi feito por meio de capinas, sempre que necessário. O experimento foi protegido contra o ataque de pragas por meio da aplicação de inseticidas recomendados para a cultura. O mesmo delineamento experimental, tratamentos e tratamentos culturais fo-

ram utilizados nos dois experimentos. O experimento I foi irrigado quando houve deficiência hídrica, sempre mantendo-se a umidade do solo na capacidade de campo.

Os estádios de crescimento referidos são os utilizados nos programas internacionais de testes de arroz. Foram realizadas avaliações da brusone nas folhas e panículas nos estádios de perfilhamento e grão maduro, que correspondem aos estádios 3 e 9, respectivamente, descritos pelo International Rice Research Institute (1988). A avaliação da brusone nas folhas foi feita nas quatro folhas superiores nos principais perfilhos de planta, em 25 perfilhos coletados ao acaso, nas quatro linhas centrais de cada parcela. A severidade da brusone nas folhas (SBF) foi determinada utilizando-se a escala de 10 graus (0, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0, 8,0, 16,0, 32,0, 64,0 e 82,0% de área foliar afetada), de acordo com Notteghem (1981). A avaliação da severidade da brusone nas panículas (SBP) foi realizada utilizando-se a escala de seis graus (0, 5, 25, 50, 75 e 100% de espiguetas afetadas), de acordo com Prabhu (1990). A determinação da SBP baseou-se em 100 panículas/parcela colhidas ao acaso, nas quatro linhas centrais de cada parcela.

A biomassa foi determinada 50 dias após o plantio, com base na massa das plantas coletadas nas duas linhas centrais de cada parcela, após secagem em estufa a 70°C. A massa de grãos/100 panículas, a porcentagem de espiguetas vazias e a massa de 100 grãos basearam-se nas 100 panículas colhidas ao acaso, nas duas linhas centrais de cada parcela. A parcela útil de 4,8 m<sup>2</sup> foi colhida para determinar a produtividade. A massa dos grãos foi ajustada para 13% de umidade.

Foram utilizadas as variações na severidade da brusone obtidas nas parcelas tratadas com fungicidas e nas não tratadas, das quatro cultivares, para avaliar as perdas na produtividade e estabelecer as relações entre a doença e componentes de produção nos dois experimentos.

Os dados de todas as características avaliadas foram submetidos à análise de variância. A análise de variância

da severidade da brusone em porcentagem foi realizada após transformar os dados em arco seno  $x^{0.5}$ . As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foi realizada a análise de regressão múltipla, incluindo SBF ( $x_1$ ) e SBP ( $x_2$ ) como variáveis independentes e produtividade ( $y$ ) como variável dependente na equação:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2,$$

em que  $a$  é a produtividade na ausência de doença e  $b_1$  e  $b_2$  são os coeficientes de regressões parciais. A significância da variável independente foi determinada pelo teste F. Foram utilizadas análises de regressão linear, incluindo componentes de produtividade como variáveis dependentes e SBF ou SBP como variável independente.

O potencial de perda na produtividade em cada componente foi estimado com base na equação:

$$y = a - bx,$$

em que  $a$  é o componente de produtividade na ausência de doença e  $b$  é o coeficiente de regressão da taxa de redução do componente de produtividade com uma unidade de aumento de doença.

A perda em cada componente foi calculada de acordo com James et al. (1968):

$$\text{perda (\%)} = (a - y)100/a,$$

em que  $a$  é o componente de produtividade sem doença e  $y$  é o componente de produtividade estimado pela equação. Foi verificada a correlação entre a severidade da brusone nas folhas e nas panículas. A incidência de outras doenças não foi levada em consideração na análise, em virtude dos níveis baixos e uniformes em todas as parcelas.

## Resultados e Discussão

A interação cultivar x tratamento com fungicidas foi significativa na SBF e SBP no experimento I (Tabela 1). Os tratamentos com fungicidas reduziram significativamente a SBF na cultivar Primavera, e a SBP nas cultivares Canastra, Caiapó e Primavera.

**Tabela 1.** Efeito do tratamento com fungicidas na severidade de brusone nas folhas (SBF), panículas (SBP) e produtividade em quatro cultivares de arroz de terras altas<sup>(1)</sup>.

Cultivar	Experimento I <sup>(2)</sup>				Experimento II <sup>(2)</sup>			
	SBF (%)		SBP (%)		SBP (%)		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	NT <sup>(3)</sup>	T <sup>(4)</sup>	NT	T	NT	T	NT	T
Bonança	0,4Aa	0,2Aa	1,7Aa	0,3Aa	34,3Aa	15,1Ba	658Aa	858Ba
Canastra	0,4Aa	0,3Aa	13,6Ab	0,5Ba	44,6Aa	41,0Ab	121Ab	815Ba
Caiapó	0,6Aa	0,3Aa	13,9Ab	1,6Ba	47,6Aa	24,3Bb	343Ab	648Ba
Primavera	5,8Ab	2,0Bb	30,7Ac	5,6Bb	85,2Ab	49,9Bb	92Ac	376Bb

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>(2)</sup>Experimento I e II: com e sem irrigação suplementar, respectivamente. <sup>(3)</sup>NT: parcelas não tratadas. <sup>(4)</sup>T: parcelas tratadas com fungicidas (pyroquilon, azoxystrobin e difenoconazole).

A cultivar Bonança não mostrou resposta ao tratamento com fungicidas. A severidade da brusone nas folhas e panículas da cultivar Primavera foi maior em relação à observada nas outras cultivares, tanto nas parcelas não tratadas como nas tratadas, indicando alto grau de suscetibilidade.

No experimento II, a interação cultivar x tratamento com fungicida não foi significativa em relação à SBF. As médias de SBF foram 4,8, 36,0, 17,3 e 38,9 nas cultivares Bonança, Canastra, Caiapó e Primavera, respectivamente. As porcentagens de SBF nas cultivares Primavera e Canastra diferiram significativamente das observadas em Bonança e Caiapó. O controle de SBP foi significativo nas cultivares Bonança, Caiapó e Primavera (Tabela 1). A porcentagem de SBP na cultivar Primavera foi significativamente maior do que na cultivar Bonança, nas parcelas não tratadas e nas tratadas com fungicidas.

A interação entre cultivar e tratamento com fungicidas foi significativa somente na produtividade, no experimento II. As produtividades variaram de 92 a 658 kg ha<sup>-1</sup> nas quatro cultivares nas parcelas não tratadas, em razão das diferenças no grau de suscetibilidade à brusone. A produtividade aumentou significativamente, em resposta ao tratamento com fungicidas, em todas as quatro cultivares, variando de 376 a 858 kg ha<sup>-1</sup>. As médias de produtividade no experimento I, com irrigação suplementar, variaram de 2.180 a 2.886 kg ha<sup>-1</sup> nas quatro cultivares, não havendo interação significativa.

As diferenças entre cultivares e tratamentos com fungicidas foram significativas em relação à biomassa, ao peso de grãos e à porcentagem de espiguetas vazias, mas as interações não foram significativas. Os resultados dos efeitos são apresentados como médias de parcelas tratadas e não tratadas

por cultivar (Tabela 2), e médias de cultivares nas parcelas tratadas e não tratadas com fungicidas (Tabela 3). As diferenças entre cultivares quanto aos componentes de produtividade foram evidentes tanto no experimento com irrigação como no experimento sem irrigação. As porcentagens de espiguetas vazias na cultivar Primavera foram significativamente maiores do que o restante das cultivares em ambos os experimentos (Tabela 2). A resposta do tratamento com fungicidas foi significativa na massa de grãos por 100 panículas, porcentagem de espiguetas vazias e massa de 100 grãos nos experimentos I e II. A biomassa aumentou significativamente com o tratamento de sementes somente no experimento II, indicando que a brusone nas folhas não afetou a biomassa, no experimento I (Tabela 3).

As correlações entre SBF e SBP no experimento I ( $r = 0,84$ ;  $P \leq 0,05$ ) e no experimento II ( $r = 0,79$ ;  $P \leq 0,05$ ) foram significativas. No experimento I, com irrigação, o valor do coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,25$ ) foi baixo na análise de regressão múltipla com duas variáveis independentes. No experimento II, sem irrigação, a análise de regressão múltipla por cultivar mostrou que somente a SBP explicou a maior parte da variação na produtividade nas cultivares Bonança, Caiapó e Primavera, enquanto na Canastra a contribuição de SBF foi maior do que a severidade da brusone nas panículas. Foi desenvolvida a seguinte equação generalizada para as quatro cultivares, com SBF e SBP como variáveis independentes:

$$y = 952,95 - 8,02SBF - 5,97SBP \quad (R^2 = 0,61),$$

em que  $y$  é a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), SBF é a severidade de brusone nas folhas (%) e SBP é a severidade de brusone nas panículas (%). A perda média na produtividade das quatro cultivares, estimada com base na equação de regressão, foi de 59,6%, consi-

**Tabela 2.** Biomassa (BM), massa de grãos por 100 panículas (MG/100P), espiguetas vazias (EV) e massa de 100 grãos (M100G) em quatro cultivares de arroz de terras altas<sup>(1)</sup>.

Variáveis	Experimento I <sup>(2)</sup>				Experimento II			
	Bonança	Canastra	Caiapó	Primavera	Bonança	Canastra	Caiapó	Primavera
BM (g/m <sup>2</sup> )	575,6a	532,3a	717,2b	737,2b	300,7ab	277,6b	342,7a	217,0c
MG/100P (g)	213,0a	219,2a	198,8a	257,0b	107,8a	100,1a	96,5a	62,7b
EV (%)	16,7a	16,8a	15,8a	34,2b	38,3a	28,5a	36,2a	79,5b
M100G (g)	1,9b	2,1ab	2,2a	1,5c	1,4b	1,7a	1,5ab	0,6c

<sup>(1)</sup>Médias (seis repetições) seguidas pela mesma letra, nas linhas de cada experimento, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>(2)</sup>Experimento I e II: com e sem irrigação suplementar, respectivamente.

derando as médias de 33,6% e 49,9% de brusone nas folhas e panículas, respectivamente, nas condições naturais de infecção de campo. Por sua vez, no mesmo experimento, a perda na produtividade calculada com base nas produtividades médias das quatro cultivares, nas parcelas tratadas com fungicidas e não tratadas, foi de 55,0% (Tabela 2).

A relação entre a severidade de brusone e alguns componentes de produtividade foi estudada utilizando modelos de regressão linear. A SBP não explicou a variação na massa de grãos/100 panículas no experimento I. A equação de regressão para a massa de grãos/100 panículas, das quatro cultivares, com uma variável independente (SBP), no experimento II foi  $y = -0,96x + 132,87$  ( $R^2 = 0,82$ ). A massa de grãos por 100 panículas diminuiu à taxa de -0,96 por unidade de aumento da SBP, resultando em perda de produtividade estimada de 36,0%, considerando a média de SBP de 49,9%.

A SBF não afetou a biomassa no experimento com irrigação (Figura 1). No experimento sem irrigação, a relação entre SBF e biomassa foi linear e negativa. A perda em biomassa estimada com base na equação  $y = -3,10x + 362,62$  ( $r = 0,80$ ;  $P \leq 0,01$ ) foi de 28,6%, considerando a média de 33,5% de SBF das parcelas não tratadas e tratadas com fungicidas.

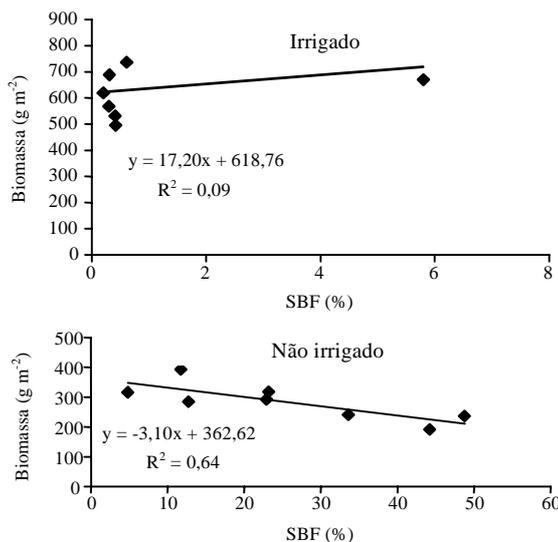
A porcentagem de espiguetas vazias aumentou linearmente com o aumento da SBP (Figura 2). Nos experimentos I e II as porcentagens de espiguetas vazias aumentaram a taxas de 0,90 e 0,88, respectivamente. A porcentagem de espiguetas vazias, estimada com base na equação de regressão,

**Tabela 3.** Efeito do tratamento com fungicidas na biomassa (BM), massa de grãos por 100 panículas (MG/100P), espiguetas vazias (EV) e massa de 100 grãos (M100G) em condições naturais de infecção no campo em dois experimentos, com (Experimento I) e sem (Experimento II) irrigação suplementar<sup>(1)</sup>.

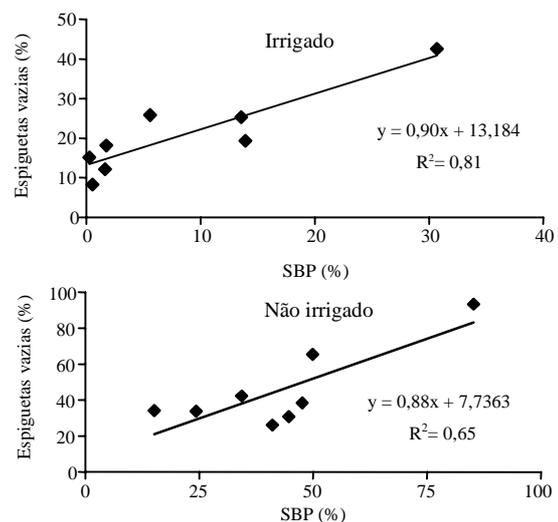
Variáveis	Experimento I		Experimento II	
	NT <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	NT	T
BM (g/m <sup>2</sup> )	610,7a	670,4a	251,7a	317,3b
MG/100P (g)	199,4a	244,5b	83,0a	100,5b
EV (%)	26,3a	15,4b	51,3a	39,9b
M100G (g)	1,7a	2,1b	1,2a	1,4b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>NT: parcelas não tratadas. <sup>(3)</sup>T: parcelas tratadas com os fungicidas pyroquilon, azoxystrobin e difenoconazole.

considerando 5,6% de médias de SBP, no experimento I foi de 5,0% e no experimento II foi de 43,9%, com média de severidade de 49,9%. Nos trabalhos anteriores, utilizando outras cultivares de terras altas, as porcentagens de perdas em



**Figura 1.** Relação entre a severidade de brusone nas folhas (SBF) e a biomassa, nos experimentos com e sem irrigação.



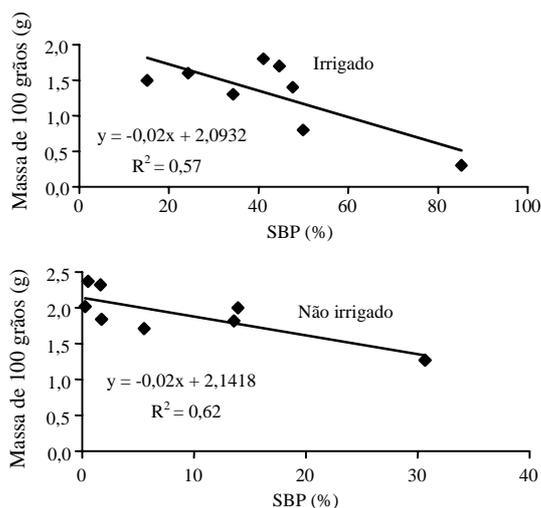
**Figura 2.** Relação entre a severidade de brusone nas panículas (SBP) e a porcentagem de espiguetas vazias, nos experimentos com e sem irrigação.

espiguetas vazias variaram de 19% a 58% quando a brusone foi parcialmente controlada (Prabhu et al., 1986). Essas diferenças nas perdas nos grãos vazios podem ser atribuídas a diferentes graus de suscetibilidade das cultivares estudadas.

A relação entre a SBP e a massa de 100 grãos foi linear e negativa (Figura 3). A massa de grãos diminuiu à taxa de -0,02 para cada 1% de aumento da brusone em ambos os experimentos. No experimento I, a perda na massa de grãos, estimada com base nas equações, foi de 5,9%, considerando a média de 5,6% de SBP das parcelas não tratadas e tratadas. No experimento II, as perdas estimadas na massa de grãos com alto nível de brusone nas panículas foi de 47,8%, considerando a média de 49,9% de SBP no campo. Segundo Prabhu & Faria (1982), os efeitos da brusone nas panículas sobre a massa de 1.000 grãos em estudos anteriores, com a cultivar IAC 1246, mostraram uma relação exponencial entre a massa e a época de infecção da brusone no pescoço da panícula. A perda na massa de grão, quando a brusone no pescoço da panícula iniciou no estágio de grão leitoso, foi de 38%, diminuindo para 5% quando a brusone iniciou na maturação completa. No presente trabalho, o efeito da brusone foi estimado com base na SBP no estágio de grão maduro, sem

levar em consideração a época de infecção. O grau de SBP é a variável mais indicada para quantificar perdas quando comparado à brusone no pescoço da panícula (Pinnschmidt et al., 1994).

As estimativas de perdas na produtividade são determinadas comparando diversos níveis de infecção natural obtidos em diferentes parcelas no campo ou níveis variáveis obtidos mediante aplicação de fungicidas (Surin et al., 1991; Pinnschmidt et al., 1994). É difícil obter parcelas sem doença no campo em terras altas. No presente trabalho, diversos níveis de infecção foram obtidos, por terem sido tratadas as sementes com o fungicida sistêmico pyroquilon, que resultou em proteção até 30 dias após o plantio. Em seguida, foram feitas três ou quatro aplicações com o fungicida foliar azoxystrobin, para o controle da brusone nas panículas, e com difenoconazole, para controlar a mancha-de-grãos. A incidência de escaldadura e mancha-de-grãos foi desprezível e uniforme em ambos os experimentos. Segundo Torres & Teng (1993), as técnicas de regressão são comumente utilizadas para estabelecer a relação entre doença e perda na produtividade. As equações lineares baseadas na SBP e produtividade permitiram estimativas comparativas entre as cultivares de terras altas (Prabhu et al., 1989). De acordo com os resultados, as perdas em diferentes componentes de produtividade podem ser quantificadas empiricamente por uma equação de regressão simples. A contribuição de espiguetas vazias na redução da massa de grãos/panícula foi maior do que na redução da massa de 100 grãos, confirmando resultados obtidos em estudos anteriores com outras cultivares de arroz de terras altas (Prabhu et al., 1986). Não foi possível estimar os danos por cultivar, pois os valores de  $R^2$  foram baixos. A tentativa viável para aumentar  $R^2$  seria o maior número de repetições e maiores níveis de doença, variando a época e o número de aplicações de fungicidas. A menor SBP no experimento I pode ser atribuída à irrigação durante o enchimento de grãos, depois da emissão da panícula. A deficiência hídrica aumenta a suscetibilidade das cultivares à brusone. Os prejuízos causados pela brusone nas cultivares melhoradas de arroz de terras altas são significativos e variáveis em relação aos diferentes componentes da produtividade, necessitando da aplicação de fungicidas para o controle.



**Figura 3.** Relação entre a severidade de brusone nas panículas (SBP) e a massa de 100 grãos, nos experimentos com e sem irrigação.

### Conclusões

1. A brusone nas folhas e panículas reduz a produtividade das cultivares de arroz de terras altas.
2. A brusone nas panículas reduz a massa de grãos/100 panículas e a massa de 100 grãos, e aumenta a porcentagem de espiguetas vazias.
3. As perdas na produtividade são menores em cultivares de arroz de terras altas sob irrigação suplementar.

### Referências

- BASTIAANS, L.; RABBINGE, R.; ZADOKS, J. C. Understanding and modeling leaf blast effects on crop physiology and yield. In: ZEIGLER, R. S.; LEONG, S. A.; TENG, P. S. (Ed.). **Rice blast disease**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 357-380.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299 p.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Standard evaluation system for rice**. 3<sup>rd</sup> ed. Los Baños, 1988. 54 p.
- JAMES, W. C.; JENKINS, J. E. E.; JEMMENTT, J. L. The relationship between leaf blotch caused by *Rhynchosporium secalis* and losses in grain yield of spring barley. **Annals of Applied Biology**, London, v. 62, p. 273-288, 1968.
- NOTTEGHEM, J. L. Cooperative experiment on horizontal resistance to rice blast. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Blast and upland rice**: report and recommendations from the meeting for international collaboration in upland rice improvement. Los Baños, 1981. p. 43-51.
- PINNSCHMIDT, H. O.; TENG, P. S.; YONG, L. Methodology for quantifying rice yield effects of blast. In: ZEIGLER, R. S.; LEONG, S. A.; TENG, P. S. (Ed.). **Rice blast disease**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 381-408.
- PRABHU, A. S. Misturas de cultivares no controle da brusone nas panículas em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 8, p. 1183-1192, ago. 1990.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J. C. Relacionamentos quantitativos entre brusone nas folhas e panículas e seus efeitos sobre enchimento e peso de grãos em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 219-223, fev. 1982.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J. C.; CARVALHO, J. R. C. Efeito da brusone sobre a matéria seca, produção de grãos e seus componentes, em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 5, p. 495-500, maio 1986.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Comparative yield loss estimates due to blast in some upland rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 3, p. 227-232, 1989.
- SURIN, A.; ARUNYANART, P.; ROJANAHUSDIN, W.; MUNKONG, S.; DHITIKIATTIPONG, R.; DISTHAPORN, S. Using empirical blast models to establish disease management recommendations in Thailand. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Rice blast modeling and forecasting**. Los Baños, 1991. p. 69-74.
- TORRES, C. Q.; TENG, P. S. Path coefficient regression analysis of the effects of blast on rice yield. **Crop Protection**, Surrey, v. 12, n. 4, p. 296-302, 1993.