

Efeito da brusone nas panículas nos componentes de produtividade das cultivares de arroz Primavera e Bonança

Leila G. de Araújo¹, Anne S. Prabhu¹, Cláudia F. Oliveira², Rodrigo F. Berni¹

¹Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, Santo Antônio de Goiás, GO., CEP 75375-000, e-mail: prabhu@cnpaf.embrapa.br. ²Universidade Federal de Goiás, UFG, CP 131, Goiânia, GO., CEP 74001-970, e-mail: claudia@cnpaf.embrapa.br

Data de chegada: 01/07/2003. Aceito para publicação em: 03/11/2003.

Autor(a) para correspondência: Anne S. Prabhu.

0971

RESUMO

Araújo, L.G. de; Prabhu, A.S.; Oliveira, C.F.; Berni, R.F. Efeito da brusone nas panículas nos componentes de produtividade das cultivares de arroz Primavera e Bonança. *Summa Phytopathologica*, v.30, p.265-270, 2004.

As cultivares melhoradas de arroz de terras altas Primavera e Bonança são suscetíveis à brusone, causada por *Pyricularia grisea*. O efeito da brusone nas panículas sobre o peso de grãos/panícula, porcentagem de espiguetas vazias e peso de 100 grãos foram estudados em dois experimentos de campo realizados em solos de cerrado. As relações entre a severidade da brusone nas panículas, no estágio de grão leitoso e maduro ou pastoso e maduro foram positivas, tanto em alto como em baixo nível de doença, em ambas as cultivares. O peso de grãos/panícula diminuiu com o aumento da severidade de brusone nas panículas, com perdas estimadas de 72% e 31% nas cultivares Primavera e Bonança, respectivamente. As porcentagens de espiguetas vazias

aumentaram de maneira exponencial com o aumento de severidade de brusone nas panículas. Não houve diferenças significativas entre as taxas de redução no peso de 100 grãos nas duas cultivares. Considerando as severidades médias da brusone nas panículas de 75%, para a cultivar Primavera, e de 46% para a Bonança, as perdas estimadas nas espiguetas vazias foram de 42,7% e 11%, e no peso de 100 grãos de 32,2% e 12,8%, respectivamente. Os resultados ainda mostraram que o método de panícula individual pode ser utilizado na determinação de perdas potenciais nos componentes de produtividade em condições naturais de infecção.

Palavras-chave adicionais: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, *Magnaporthe grisea*, perdas

ABSTRACT

Araújo, L.G. de; Prabhu, A.S.; Oliveira, C.F.; Berni, R.F. Effect of panicle blast on yield components in rice cultivars Primavera and Bonança. *Summa Phytopathologica*, v.30, p.265-270, 2004.

The improved upland rice cultivars Primavera and Bonança are susceptible to rice blast caused by *Pyricularia grisea*. The effect of panicle blast on grain weight/panicle, percentage of empty spikelets and 100 grain weight was studied in two field experiments conducted on cerrado soil. The relationship between panicle blast severity at the milk or dough stage and mature growth stage was linear and positive under both high and low disease pressures. The grain weight/panicle decreased with increase in panicle blast severity resulting in losses of 72% and 31% for the cultivars Primavera and Bonança, respectively. The percentage of empty spikelets increased in an

exponential manner with increase in panicle blast severity. There was no significant difference in rates of decrease in relation to 100 grain weight between the cultivars Primavera and Bonança. Considering the mean panicle blast severities of 75% for the cultivar Primavera and 46% for Bonança, the estimated losses in empty spikelets were 42% and 11%, and in 100 grain weight were 32.2% and 12.8%, respectively. The results further showed the ease with which the single tiller method can be used for determining the potential losses in grain yield components under natural field conditions of infection.

Additional keywords: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, *Magnaporthe grisea*, yield losses

No Brasil, o arroz é cultivado sob dois grandes ecossistemas: o ecossistema de terras altas, abrangendo o sistema de cultivo de sequeiro sem irrigação e com irrigação suplementar, e o ecossistema de várzeas, englobando o arroz irrigado por inundação controlada em várzeas sistematizadas ou em várzeas não sistematizadas.

O Brasil é o maior produtor de arroz de terras altas do mundo, com uma área cultivada de 2,3 milhões de hectares, correspondendo a 64,7% da área total e a 41% da produção brasileira 3). A produtividade média de 1.895 kg.ha⁻¹ é baixa, devido à ocorrência de veranicos e de doenças, principalmente a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.

O conhecimento do potencial do patógeno em causar perdas na produtividade é importante para racionalizar o uso de fungicidas no manejo integrado da brusone. Diferentes métodos de avaliação de perdas causadas por doenças em cultivares anuais foram utilizados por diversos investigadores (1, 5, 9, 19). As funções empíricas de danos quantificam os efeitos gerais da doença na cultura. No método empírico, uma equação simples, obtida através da técnica de regressão, relaciona o parâmetro de epidemia com a produtividade ou a perda em produtividade (11).

A avaliação precisa da doença, a coleta de dados e o estabelecimento da relação entre os níveis de doença e perdas são importantes para quantificar os efeitos da doença na produtividade ou em seus componentes (18). As perdas na produtividade devido à brusone dependem, principalmente, do grau de suscetibilidade da cultivar, do estágio em que a lavoura é afetada e da severidade da doença (2, 13). As relações entre a brusone nas folhas e nas panículas e seus efeitos na produção de grãos têm sido estudadas em diversos países (2, 8, 10). No Japão foi desenvolvido um método em arroz irrigado, para estimar as perdas na produtividade, com base na severidade da brusone nas panículas (7). Nas Filipinas, Torres & Teng (19) desenvolveram uma equação de regressão múltipla para determinação das perdas causadas pela incidência da brusone nas folhas e panículas na colheita.

No Brasil, as estimativas comparativas das perdas na produtividade, em cultivares de terras altas foram determinadas por Prabhu et al. (15), que observaram que os danos causados por brusone nas panículas são diretos, devido ao efeito da doença no enchimento de grãos. A variação no peso de 100 grãos e a porcentagem de espiguetas vazias apresentaram correlações mais altas com a brusone nas panículas, que as obtidas com a brusone nas folhas. As perdas estimadas em cinco cultivares de ciclo precoce e cinco de ciclo médio variaram de 15% a 44% quando a brusone foi parcialmente controlada com fungicidas (14). Essas estimativas e a relação entre a doença e as perdas são aplicáveis somente para as cultivares testadas e em condições locais. A brusone nas panículas ocorre de sete a dez dias após a emissão das mesmas e continua aumentando até a maturação. No Brasil, os prejuízos quantitativos causados pela brusone em cultivares melhoradas de terras altas, como a Primavera e a Bonança, são ainda desconhecidos.

Este trabalho teve como objetivo estabelecer as relações entre severidade da brusone nas panículas de arroz e alguns componentes da produtividade e estimar perdas causadas pela brusone nas cultivares Primavera e Bonança.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, em duas épocas de plantio, durante o ano agrícola de 2000/2001, nos campos experimentais da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. O solo foi um Latossolo Vermelho Distrófico (oxissolos).

O Experimento 1 foi instalado em 29 de novembro de 2000 e o Experimento 2 em 9 de janeiro de 2001, em dois locais distantes entre si, na mesma fazenda. Na adubação de base foram utilizados 400 kg.ha⁻¹ da fórmula NPK (5-30-15+Zn), 200 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio e 20 kg.ha⁻¹ de zinco. A adubação de cobertura foi feita aos 30 e 50 dias após a semeadura, empregando-se 133 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio em cada aplicação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos

ao acaso, em um esquema de parcelas subdivididas com seis repetições. As parcelas consistiram das cultivares Primavera e Bonança de ciclo precoce e Canastra e Caiapó de ciclo médio. As subparcelas incluíram tratamentos sem e com aplicação de fungicidas. As parcelas tratadas constaram do tratamento de sementes com pyroquilon (400 g.i.a. 100 kg de sementes⁻¹) e de seis aplicações de fungicidas foliares (duas de benomyl na dose de 500 g.i.a ha⁻¹; três de tricyclazole, 250 ml ha⁻¹ e uma de difenoconazole, 75 g.i.a ha⁻¹). As parcelas consistiram de seis linhas de 5,0 m, espaçadas de 0,35 m, totalizando uma área de 10,5 m². A densidade de semeadura foi de 80 sementes por metro linear. O controle de ervas daninhas foi feito por meio de capinas, sempre que necessário. O experimento foi protegido contra o ataque de pragas, pela aplicação de inseticidas recomendados para a cultura.

As variações nos níveis da brusone obtidas nas parcelas tratadas com fungicidas e não tratadas foram utilizadas para estabelecimento de relações entre a doença e os componentes de produtividade, nos dois experimentos de campo.

Amostragem e escala de avaliação

Os estádios de crescimento em que foram feitas as avaliações são os utilizados nos programas internacionais de testes de arroz (4). A severidade da brusone nas panículas (SBP) foi avaliada utilizando uma escala de seis graus (0%; 5%; 25%; 50%; 75% e 100% de espiguetas afetadas) desenvolvidas por Prabhu (12). O estudo de relação entre a SBP nos estádios de grão leitoso e maduro (cv. Primavera) ou pastoso e maduro (cv. Bonança) baseou-se na avaliação de uma amostra de 40 panículas/parcela no estágio de grão leitoso ou pastoso, previamente marcadas com etiquetas na época da emissão e 100 panículas/parcela, colhidas ao acaso, no estágio maduro, dez dias antes da colheita.

Para o estabelecimento de relações entre a brusone e perdas nos componentes de produtividade foi utilizada uma amostra composta de panículas, coletadas em 12 parcelas por cultivar, no estágio maduro, incluindo parcelas não tratadas e tratadas com fungicidas, totalizando 1200 panículas/cultivar. As panículas coletadas nas diferentes parcelas foram classificadas de acordo com o grau de severidade de 0%, 5%, 25%, 50%, 75% e 100% de espiguetas afetadas.

Componentes de produtividade

O peso de grãos por panícula, a porcentagem de espiguetas vazias e o peso de 100 grãos, foram determinados com base na amostra de 20 panículas selecionadas ao acaso para cada grau de severidade.

Análise

Foram utilizadas análises de regressão, incluindo-se componentes de produtividade como variável dependente e SBP como variável independente. O potencial de perda em cada componente foi calculado com base na equação $y = a - bx$, em que "a" representou o componente de produtividade sem doença, e "b" o coeficiente de regressão da taxa de redução do componente de produtividade com a unidade de aumento da brusone nas panículas. A perda em cada componente foi calculada através da fórmula: Perda (%) = $(a - y)100/a$ (6), sendo que "a" representou o componente de produtividade sem doença, e "y" foi o componente de produtividade estimada pela equação. A incidência da brusone nas folhas foi desprezível e

uniforme em todas as parcelas e não considerada para avaliação de perdas. A análise para determinar diferenças entre os coeficientes de regressão (b) foi realizada pelo teste de F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a ocorrência de veranico, logo após a emissão das panículas das cultivares Canastra e Caiapó, causando a esterilidade das espiguetas, não foi possível aproveitar os dados de componentes de produtividade na análise. O presente trabalho foi restrito para avaliações de perdas causadas por brusone nas panículas, nas duas cultivares precoces, Primavera e Bonança.

As relações entre SBP nos estádios de grão leitoso e maduro para a cv. Primavera ($r = 0,77 P \leq 0,01$), e pastoso e maduro

para a cv. Bonança ($r = 0,88 P \leq 0,01$) foram lineares e positivas no Experimento 1, quando ocorreu alto nível de brusone (Figura 1A-B). No Experimento 2, com baixo nível de brusone, a relação entre a SBP nos estádios de grão leitoso e maduro (Figura 1C), para a cv. Primavera foi também linear e positiva ($r = 0,77 P \leq 0,01$). Por outro lado, a relação entre a SBP nos estádios de grão pastoso e maduro, para a cultivar Bonança (Figura 1D) foi negativa e não significativa ($r = -0,21$ ns). A ausência de correlação significativa entre a SBP nos estádios de grão pastoso e maduro, na cultivar Bonança pode ser atribuído possivelmente a lento progresso de brusone nas panículas quando comparado à cultivar Primavera, principalmente sob baixa pressão da doença. A avaliação da brusone nos estádios de grão leitoso ou pastoso, quando os sintomas nas ramificações das panículas

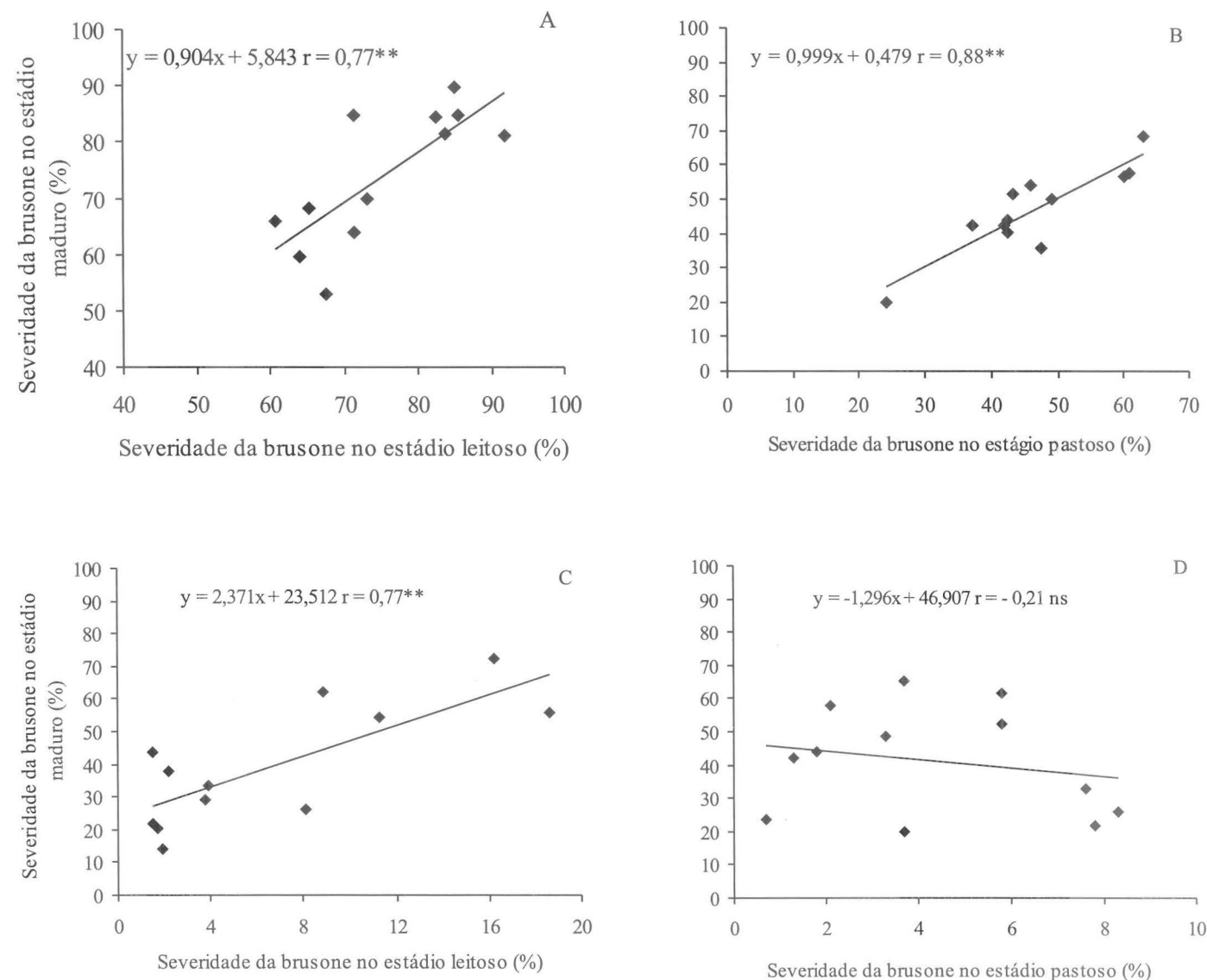


Figura 1. Relação entre a severidade da brusone no estágio de grão leitoso e severidade no estágio maduro, para a cultivar Primavera (A - Experimento 1; C - Experimento 2) e estágio pastoso e maduro para a cultivar Bonança (B - Experimento 1; D - Experimento 2)

verdes são mais facilmente diferenciados é vantajosa quando as severidades são altas. A brusone no pescoço das panículas, nas fases iniciais de formação do grão pode causar maiores danos do que infecções tardias (13). Entretanto, com a utilização da escala visual (0; 25; 50; 75 e 100% de espiguetas afetadas) de brusone nas panículas (SBP), a época de infecção de brusone tanto no estágio de grão leitoso quanto maduro não altera as relações entre doença e componentes de produtividade.

A relação entre a SBP e o peso de grãos/panícula foi linear e negativa (Tabela 1). O peso de grãos/panícula diminuiu às taxas de -0,015 e -0,007 para cada unidade de aumento da brusone nas cultivares Primavera e Bonança, respectivamente (Experimento 1). Os resultados foram semelhantes em relação às taxas de redução no peso de grãos/panícula para as cultivares Primavera (-0,011) e Bonança (-0,0115) (Experimento 2, Tabela 1). As perdas no peso de grãos por panícula, estimadas com base nas equações de regressão, foram no Experimento 1, de 72% e 31%, considerando-se as médias de SBP de 75% e 46% para as cultivares Primavera e Bonança, respectivamente. No Experimento 2, as perdas estimadas no peso de grãos foram de 4,87% e 3,31%, considerando-se as baixas médias de SBP no campo de 6,6% e 4,3% para as cultivares Primavera e Bonança, respectivamente. As taxas de redução de brusone por unidade de aumento da SBP diferiram estatisticamente pelo teste de F ($F = 15,02$; $P \leq 0,05$) entre as cultivares, somente no Experimento 1.

As porcentagens de espiguetas vazias aumentaram de maneira exponencial com o aumento da SBP (Figura 2A-B). Nos dois experimentos, as porcentagens de espiguetas vazias aumentaram nas taxas variando de 0,014 a 0,026, nas cultivares Primavera e Bonança. No experimento 1 as porcentagens de espiguetas vazias, estimadas pela equação de regressão, considerando-se 75% e 46% de médias de severidade da brusone nas panículas, foi de 42,7% e 11,0%, para as cultivares Primavera e Bonança, respectivamente. No Experimento 2 foram de 10,62% e 9,00%, considerando-se as médias de severidade de 6,6% e 4,3%. Em trabalhos anteriores, utilizando-se outras cultivares de terras altas, as porcentagens de perda em espiguetas vazias variaram de 19% a 58% quando a brusone foi parcialmente controlada (14). Essas diferenças nas perdas de espiguetas vazias podem ser atribuídas a diferentes graus de susceptibilidade das cultivares estudadas.

A relação entre SBP e peso de 100 grãos foi linear e negativa nas duas cultivares. As taxas de redução não diferiram

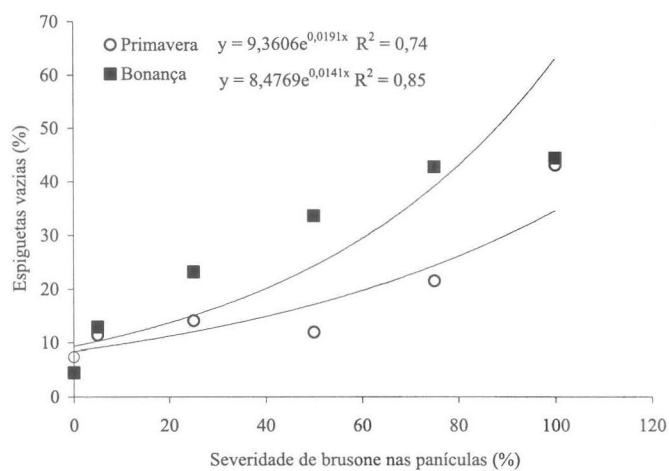
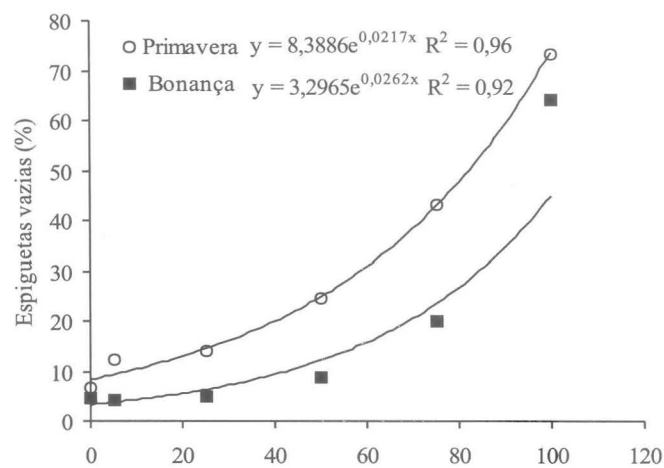


Figura 2. Relação entre a severidade da brusone nas panículas e espiguetas vazias nas cultivares Primavera e Bonança (A = Experimento 1; B = Experimento 2)

Tabela 1. Equações de regressões lineares e estimativas de perdas em peso de grãos de arroz por panícula nas cultivares Primavera e Bonança, devido à brusone nas panículas.

	Equações de regressão ¹	r	Severidade média de brusone nas panículas (%) ²	Perdas (%) ³
Experimento 1				
Primavera	$\hat{y} = -0,015x + 1,580$	0,99**	75,0	72
Bonança	$\hat{y} = -0,007x + 1,002$	0,87*	46,0	31
Experimento 2				
Primavera	$\hat{y} = -0,011x + 1,492$	0,93**	6,6	4,87
Bonança	$\hat{y} = -0,0115x + 1,201$	0,99**	4,3	3,31

¹Equação $\hat{y} = a + bx$, onde \hat{y} = peso de grãos por panícula (g), x = severidade de brusone nas panículas; ²Severidade média de brusone nas panículas no campo para Primavera, no estágio leitoso e Bonança no estágio pastoso; ³A perda foi calculada baseando-se na fórmula Perda (%) = $(a - \hat{y}) 100/a$.

significativamente pelo teste F (Figura 3A-B) entre as cultivares (F = 0,94 ns e 1,42 ns para os Experimentos 1 e 2, respectivamente). As perdas calculadas por unidade de aumento de severidade da brusone nas panículas estimadas baseando-se nas equações de regressão (Figura 3A-B) variaram de 2,17 a 2,32 para Primavera e para Bonança de 2,17 a 2,53. No Experimento 1, considerando-se a média de severidade da brusone nas panículas de 75% (Primavera) e 46% (Bonança), as perdas estimadas no peso de 100 grãos baseando-se nas equações de regressões foram de 32,2% e 12,8%, respectivamente. No Experimento 2, levando-se em consideração 6,6% e 4,3% de severidade da brusone nas panículas, as perdas estimadas foram de 17% e 11%. Os efeitos da brusone nas panículas sobre o peso de 100 grãos nos estudos anteriores, com a cultivar IAC 1246, mostraram relação exponencial entre o peso e a época de infecção da brusone no pescoço da panícula. Segundo Prabhu & Faria (13), a perda no peso de grão, quando a brusone no pescoço da panícula iniciou no estágio de grão leitoso foi de 38% diminuindo para 5% na maturação completa. Na presente investigação os efeitos de brusone estimados com base na severidade de brusone no estágio de grão maduro incluem tanto infecções iniciais desde a emissão de panículas no estágio leitoso quanto na fase de grão maduro. O grau de severidade de brusone nas panículas é o parâmetro mais indicado para quantificar as perdas quando comparado com a brusone no pescoço da panícula (11).

As estimativas de perdas na produtividade são determinadas comparando-se diversos níveis de infecção natural obtidos em diferentes parcelas no campo ou níveis variáveis obtidos através da aplicação de fungicidas (2, 5, 9, 17). É difícil obter parcela sem doença nas condições de campo em terras altas. No presente trabalho, diversos níveis foram obtidos através de aplicações de fungicidas e as amostras de panículas foram agrupadas de acordo com a escala de severidade, independentemente da severidade da brusone nas parcelas onde as panículas foram coletadas.

O método de análise de perdas nos componentes de produtividade, devido à queima de glumelas, utilizando panículas individuais como unidades experimentais, e com base em 400 panículas, coletadas em diferentes lavouras afetadas com doença foi descrito por Prabhu & Bedendo (16).

Os resultados da presente investigação sugerem que as perdas nos diferentes componentes de produtividade podem ser quantificadas empiricamente com método de panículas individuais e equações de regressão simples. A contribuição de espiguetas vazias na redução de peso de grãos/panícula foi maior que o peso de 100 grãos, confirmando os resultados obtidos nos estudos anteriores com outras cultivares de terras altas (14). A relação entre os componentes de produtividade e severidade da brusone nas panículas não diferiu entre as cultivares Primavera e Bonança, exceto para peso de grãos por panícula, no Experimento 1, indicando ausência de diferenças quanto aos efeitos fisiológicos de brusone entre essas cultivares.

A menor incidência e severidade da brusone nas panículas no Experimento 2 podem ser atribuídas à falta de condições climáticas favoráveis à doença durante o enchimento de grãos, sobretudo ausência de chuvas. Nesse experimento ocorreu precipitação pluviométrica em apenas três dias, totalizando 43,5 mm com 42 mm de precipitação em um único dia, após a emissão das panículas. No Experimento 1 ocorreram 15 dias de

chuva após a emissão das panículas, com um total de 121,4 mm de precipitação. Não houve diferença marcante quanto às temperaturas médias nos dois experimentos.

As correlações positivas entre a brusone nos estádios leitoso ou pastoso e maduro mostram que as avaliações podem ser feitas na fase final para determinação de perdas. Os efeitos nos componentes de produtividade incluíram tanto infecções iniciais quanto tardias, mesmo que tenham sido determinados na fase madura. Isto indica que todas as panículas não foram infectadas ao mesmo tempo e a época exata de infecção da panícula individual é desconhecida. A validade destas equações deve ser testada baseando-se em panículas coletadas de lavouras comerciais das cultivares Primavera e Bonança. Este método tem valor quando a incidência de mancha de grãos é desprezível.

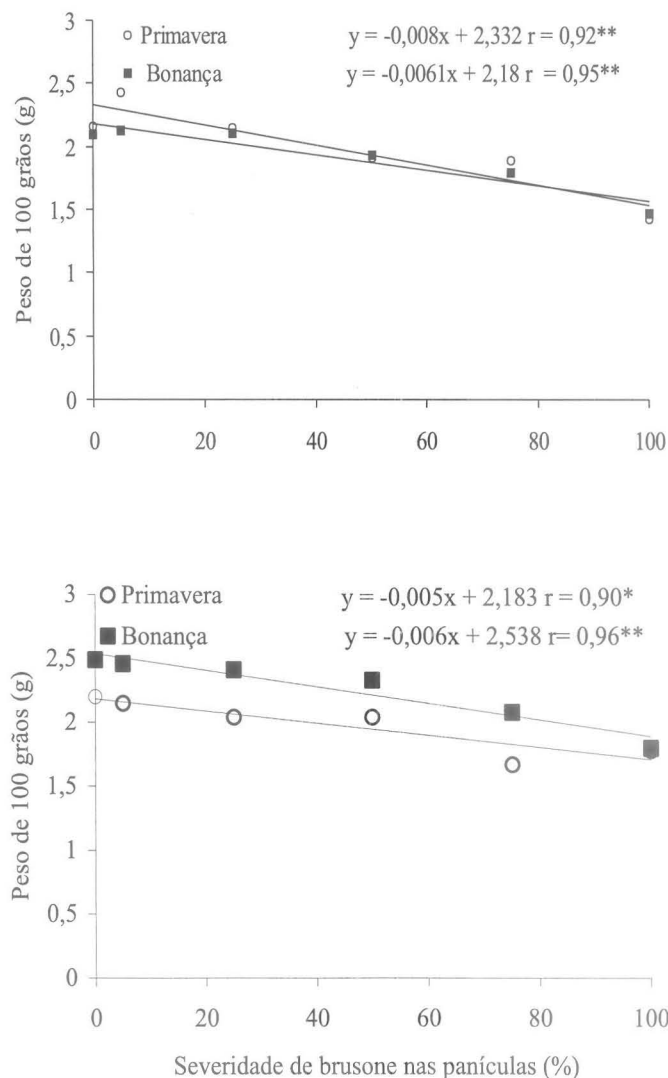


Figura 3. Relação entre a severidade da brusone nas panículas e o peso de 100 grãos nas cultivares Primavera e Bonança (A = Experimento 1; B = Experimento 2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bergamin Filho, A.; Amorim, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 1996. 299p.
2. Goto, K. Estimating losses from rice blast in Japan. In: Symposium at the International rice research institute, 1963, Maryland. **Proceedings**. Maryland: John Hopkins Press, 1965. p.195-202.
3. IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro. v.12, n.5, 2000. 76p.
4. IRRI. Institute Rice Research Institute. Standard evaluation system for rice. Los Banõs, 1988. 54p.
5. James, W.C. Assessment of plant disease and losses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.12, p.27-48, 1974.
6. James, W.C.; Jenkins, J.E.E.; Jemmett, J.L. The relationship between leaf blotch caused by *Rhynchosporium secalis* and losses in grain yield of spring barley. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v.62, p.273-288, 1968.
7. Katsube, T.; Koshimizu, Y. Influence of blast disease on harvest in rice plant. 1. Effect of panicle infection on yield components and quality. **Bulletin of the Tohoku National Agricultural Experimental Station**, Tohoku, n.39, p.1-96, 1970.
8. Kingsolver, C.H.; Barksdale, T.H.; Marchetti, M.A. Rice blast epidemiology. **Bulletin of the Pennsylvania Agricultural Experimental Station**, Pennsylvania, n.853, p.1-33, 1984.
9. Loomis, R.S.; Adams, S.S. Integrative analysis of host-pathogen relations. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.21, p.341-362, 1983.
10. Padmanabhan, Y. Estimating loss from rice blast in India. Symposium at the International rice research institute, 1963, Maryland. **Proceedings**. Maryland: John Hopkins Press, 1965. p.203-221.
11. 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. (eds.). **Rice blast disease**. Wallingford: CAB International, 1994. p.381-408.
12. 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, 1990.
13. 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, 1982.
14. 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, 1986.
15. 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.
16. Prabhu, A.S.; Bedendo, I.P. Glume blight of rice in Brazil: etiology, varietal reaction and loss estimates. **Tropical Pest Management**, Cardiff, v.34, n.1, p.85-88, 1988.
17. 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 Banõs, 1991. p.69-74.
18. Teng, P.S. Quantifying the relationship between disease intensity and yield loss. In: Teng, P.S. (ed.). **Crop loss assessment and pest management**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1987. p.105-113.
19. 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.