

RELACIONAMENTOS QUANTITATIVOS ENTRE BRUSONE NAS FOLHAS E PANÍCULAS E SEUS EFEITOS SOBRE ENCHIMENTO E PESO DOS GRÃOS EM ARROZ DE SEQUEIRO¹

ANNE SITARAMA PRABHU² e JOSIAS CORRÊA DE FARIA³

RESUMO - Foi obtida uma relação quadrática entre brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) nas folhas, na fase de emborrachamento, e a percentagem de panículas afetadas com brusone no pescoço, no estágio de grãos pastosos. Ficou indicado que a incidência de brusone no pescoço não representa diretamente o aumento de inóculo fornecido pelas lesões nas folhas. O relacionamento entre brusone nas folhas, na fase de perfilhamento, e o peso seco dos grãos, expresso como percentagem do peso dos grãos na maturação completa, revelou que o peso seco aumentou de maneira logarítmica, tanto com alto como com insignificante nível de infecção das folhas. O desenvolvimento do grão não parou, mesmo com alta intensidade de brusone nas folhas, na fase de perfilhamento. Obteve-se a relação exponencial entre a perda em peso de 1.000 grãos e a época de incidência de brusone no pescoço da panícula. A perda de peso dos grãos iniciou-se no estágio leitoso, com 38%, e passou para 5%, na maturação completa. A perda de peso dos grãos/panícula aumentou com o aumento de brusone nas panículas.

Termos para indexação: *Pyricularia oryzae*, epidemiologia, perdas, componentes de produção.

QUANTITATIVE RELATIONSHIPS BETWEEN LEAF BLAST AND NECK BLAST AND THEIR EFFECT ON GRAIN FILLING AND GRAIN WEIGHT IN UPLAND RICE

ABSTRACT - A quadratic relationship between leaf blast (*Pyricularia oryzae* Cav.) at boot stage and the percentage of panicles affected with neck blast at the dough stage was obtained. The incidence of neck blast was not directly proportional to increase in inoculum produced by leaf lesions. The relationship between leaf blast at the maximum tillering phase and the dry weight of grain expressed as a percentage dry weight of grain at maturity revealed that the dry matter increased logarithmically in both high and negligible levels of leaf blast intensities. Grain development did not stop even at high leaf blast intensity at the tillering phase. The relationship between grain weight and time of neck infection was exponential. While the loss in 1.000 grain weight was 38% when panicles were infected at the milk stage, it decreased to 5% at the mature stage of grain development. The loss in grain weight/panicle increased with increase in neck blast.

Index terms: *Pyricularia oryzae*, epidemiology, quantitative relationships, yield losses.

INTRODUÇÃO

A brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) constitui-se num dos principais problemas da orizicultura brasileira. Esta doença afeta todas as partes aéreas das plantas, incluindo folhas, colmo, nós do colmo e diversas partes da panícula. Os conídios produzidos principalmente pelas lesões nas folhas constituem fonte de inóculo para infecção da panícula. No Japão, tem sido relatada uma correlação positiva entre severa ocorrência de brusone nas folhas e alta incidência no pescoço da panícula, nas condições de irrigado (Ono 1965). Numa tentativa de previsão de incidência de brusone no pescoço, baseado na ocorrência da doen-

ça nas folhas, Hori (1963) relacionou o número total de folhas doentes, por cova, com o número de panículas atacadas com brusone no pescoço. Mas, Ou (1972), na Coreia, registrou severa infecção do pescoço da panícula em total ausência de infecção das folhas. O relacionamento entre brusone nas folhas e panículas não foi estabelecido em condições de sequeiro, no Brasil.

A brusone afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas de diferentes maneiras. Em geral, a infecção das folhas é responsável por perdas indiretas na produção dos grãos, devido à redução da área foliar fotossintetizante, além de seu efeito negativo sobre o crescimento e o desenvolvimento do arroz (Goto 1965). Por outro lado, a infecção do pescoço da panícula afeta diretamente a formação e peso dos grãos, acarretando prejuízos, conforme a intensidade do ataque e o estágio em que a panícula é infectada (Goto 1965, Padmanabhan 1965, Frattini & Soave 1972, Ribeiro 1974, Prabhu et al. 1978). No Japão, foram desenvolvidas equações para estimativas de perda ba-

¹ Aceito para publicação em 30 de setembro de 1981.

² Fitopatologista, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP) - EMBRAPA, Caixa Postal 179 - CEP 74000 - Goiânia, GO.

³ Fitopatologista, M.Sc., CNPAP/EMBRAPA, Caixa Postal 179 - CEP 74000 - Goiânia, GO.

seada em percentagem de panículas afetadas no pescoço (Kuribayashi & Ichikawa 1952, Katsube & Koshimizu 1970). As informações existentes são aplicáveis para as condições ecológicas bastante específicas e principalmente para arroz irrigado. A estimativa de perdas e a previsão de brusone nas condições de sequeiro exigem uma descrição matemática das inter-relações das principais variáveis da doença e da produção.

No presente trabalho, foram estudados: o relacionamento entre incidência de brusone nas folhas e nas panículas, o efeito de brusone nas folhas sobre a formação e o peso dos grãos, e a relação entre peso dos grãos e a época e intensidade de infecção nas panículas.

MATERIAL E MÉTODOS

Relação entre brusone nas folhas e pescoço das panículas. Foram selecionadas onze fazendas, nos municípios de Goiatuba e de Itumbiara, no Estado de Goiás, onde o arroz foi plantado na mesma época. A avaliação da doença foi realizada na área de 900 m² (30 m x 30 m) por fazenda, cujos tamanhos variaram de 10 a 200 ha. As observações sobre a brusone nas folhas e nas panículas foram feitas num total de 50 perfilhos, previamente marcados, sendo 25 em cada diagonal do quadro. Foi medida a intensidade da brusone nas folhas, na fase final de emborrachamento, e no pescoço da panícula no estágio de grão pastoso e semiduro. Para a leitura, considerou-se apenas o número de lesões típicas e esporulativas, nas folhas terceira e quarta, do topo para a base, porque o número de lesões nas duas folhas superiores era muito reduzido.

O índice de brusone nas folhas foi calculado pela fórmula: IBF = Σ (grau de brusone x frequência)/50, onde o grau de brusone foi medido através da seguinte escala: 0 = sem lesão; 1 = 1 a 5 lesões; 2 = 6 a 10 lesões; 3 = 11 a 25 lesões; 4 = > 5 lesões por folha.

A severidade de infecção no pescoço da panícula baseou-se na percentagem de panículas afetadas nos mesmos perfilhos em que foi observada a brusone nas folhas.

Relação entre a brusone nas folhas e o desenvolvimento dos grãos. A relação entre a brusone nas folhas e a taxa de desenvolvimento dos grãos foram estudadas em 1975/76, num experimento conduzido a campo, usando-se a cultivar IAC 1246, em blocos ao acaso, com quatro repetições. A área da parcela era de 24 m², com 0,60 m entre linhas. A variação da intensidade de brusone nas folhas, em diferentes parcelas, foi obtida através de inoculações com conídios de *Pyricularia oryzae* e pulverização com fungicida. Foram inoculadas três parcelas com suspensão de conídios, em número e intervalos diferentes, e uma parcela pulverizada com fungicida (Benomyl) em intervalos regulares de dez dias, deixando uma sem pulverização. Para efeito de análise foram consideradas plantas individuais com duas categorias de intensidade de brusone, na fase de perfilhamento máximo: uma, com infecção severa, tendo quase todas as folhas mortas (80 a 100% da área foliar); e a outra, com ligeira infecção

(menos de 5% da área foliar). Foram etiquetadas, nas 20 parcelas, todas as panículas que emergiram na mesma data, em ambas as categorias de intensidade de brusone. Estas foram protegidas com pulverização regular de fungicida benomyl (Benlate 50; 0,5 kg/ha). As que apresentaram infecção do pescoço ou nenhuma descoloração dos grãos, mais tarde, não foram aproveitadas. Um total de vinte panículas para cada categoria, foi colhido ao acaso, a partir da fecundação (9.4.76) até a maturação completa, de três em três dias. Em seguida, foram secadas por 72 horas, a 60-70°C. O peso dos grãos foi expresso como percentagem, em relação ao peso de 1.000 grãos, na maturação completa.

Perda em peso de 1.000 grãos em relação à época da infecção do pescoço da panícula. As observações foram realizadas em um experimento de campo, no ano agrícola 1975/76. O plantio foi feito com IAC 1246, em parcelas de 21 m², com um espaçamento de 60 cm entre linhas e densidade de 60 sementes por metro linear. Foram marcadas 100 panículas em cada parcela, que emergiram na mesma data. A percentagem de panículas infectadas no pescoço baseou-se no total de 400 panículas. O número das que apresentaram infecção no pescoço foi anotado de três em três dias. Panículas infectadas e sadias foram colhidas separadamente, e a perda em peso de 1.000 grãos foi calculada pela fórmula:

$$\% \text{ perda} = \frac{Y_s - Y_d}{Y_s} \times 100, \text{ onde}$$

Y_s = peso de 1.000 grãos de panículas não infectadas (sadias)
 Y_d = peso de 1.000 grãos de panículas com infecção do pescoço (doentes)

Relação entre incidência de brusone nas panículas em diferentes épocas e perda em peso dos grãos por panículas. Os dados basearam-se num experimento de campo, plantado com IAC 1246, em quatro repetições, no ano 1976/77, em Goiânia. As parcelas tinham 200 m², constituindo oito linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas. Em cada parcela, foram efetuadas observações em 100 panículas etiquetadas ao acaso, independentemente da data de emissão das panículas. A incidência de brusone nas panículas foi registrada em intervalo de três dias, desde o início de grãos leitosos até a maturação. A brusone no pescoço e/ou nas ramificações secundárias foi considerada na determinação da percentagem de panículas infectadas. O peso de grãos por panícula foi determinado individualmente.

A percentagem de perda em peso das panículas, em cinco diferentes datas, foi calculada pela fórmula:

$$\% \text{ perda} = (Y_s - Y_a) 100/Y_s, \text{ onde}$$

Y_s = Peso de panículas sadias
 Y_a = Peso atual de panículas, incluindo infectadas e não infectadas, em 400 panículas marcadas ao acaso, nas linhas centrais de quatro parcelas de IAC 1246.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relação entre brusone nas folhas e no pescoço das panículas. Foram obtidas intensidades variáveis de brusone nas folhas e no pescoço das panículas, nas onze fazendas onde foi feito o estudo. A percentagem de panículas com infecção no pescoço variou entre duas e doze, enquanto o índice médio de brusone nas folhas terceira e quarta variou entre 0,01 e 2,18, em diferentes fazendas. Obteve-se uma relação quadrática entre brusone nas folhas e percentagem de panículas com brusone no pescoço (Fig. 1). Este fato indicou que a incidência de infecção no pescoço não se relaciona diretamente com o aumento da concentração de inóculo fornecido pelas lesões das folhas. A brusone no pescoço aumentou com o aumento de brusone nas folhas até o índice 1,0 e, após, mostrou tendência de nivelar a incidência nas panículas. O inóculo fornecido pelas lesões nas folhas é importante até certo nível e, acima deste, a infecção de panículas depende não só da falta de inóculo nas folhas, mas do número de panículas infectadas, do estado nutricional do solo, da condição climática e da cultivar.

Relação entre brusone nas folhas e o desenvolvimento dos grãos. Os efeitos da alta intensidade de brusone nas folhas foram principalmente sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O número médio dos perfilhos variou entre dois, quatro, oito e dez, nas plantas que apresentaram altas e baixas intensida-

des de brusone nas folhas, respectivamente. Embora quase todas as folhas tivessem ficado mortas nas plantas com alta intensidade de brusone, com a ocorrência das chuvas, elas se recuperaram, resultando em intensidade de doença expressa como percentagem de área foliar afetada menor que 40%.

Os resultados do efeito das duas intensidades de brusone sobre o incremento no peso dos grãos, desde a fecundação até a maturação, e a percentagem de perda com alta intensidade de brusone nas folhas em relação ao peso de grãos nas plantas com baixa intensidade são mostrados na Tabela 1.

Ficou evidenciado que a alta intensidade de brusone afetou o peso dos grãos. Observou-se que os grãos amadureceram mais rapidamente nas plantas com alta intensidade de brusone do que naquelas com baixa intensidade da doença, no perfilhamento máximo.

Na Fig. 2, encontra-se o logaritmo do peso seco dos grãos, expresso como percentagem do peso seco na maturação completa em relação ao número de dias até a colheita, em 27.4.1976. O dia 9.4.1976 foi considerado '0', quando houve a fecundação. Verificou-se que o peso aumentou logaritmicamente, tanto em alta como em baixa intensidade de brusone nas folhas. A velocidade do aumento de peso seco foi mais rápida com alto nível de brusone. O desenvolvimento dos grãos não parou, mesmo com a intensidade de brusone entre 80 e 100%, no perfilhamento máximo. Os resultados mostraram que a hipótese segundo a qual a injúria é proporcional à quantidade de doença (Plank 1963) pode ser aplicada para a brusone do arroz em condições de sequeiro. Entretanto, como os dados são limitados à intensidade de doença no perfilhamento máximo, a relação entre brusone nas folhas, na época do emborrachamento ou da floração com o desenvolvimento dos grãos não pode ser suposta. Em condições naturais de campo, dificilmente são encontradas intensidades entre 56 e 87% de brusone nas folhas, que poderia parar o desenvolvimento dos grãos, como foi determinado em caso de ferrugem do colmo do trigo (Kingsolver et al. 1959).

Relação entre o peso de 1.000 grãos e a época de infecção do pescoço da panícula. Observa-se, na Fig. 3, relação exponencial entre o peso de 1.000 grãos e a época de incidência da infecção no pescoço da panícula. A redução de peso dos grãos não foi proporcional à época do ataque. A perda de peso começou quando o ataque se encontrava no estágio leitoso (38%), passando para 5% na maturação completa. Entretanto, o relacionamento exponencial entre a época de infecção e o peso é aplicável somente quando todas as panículas emergirem na mesma data.

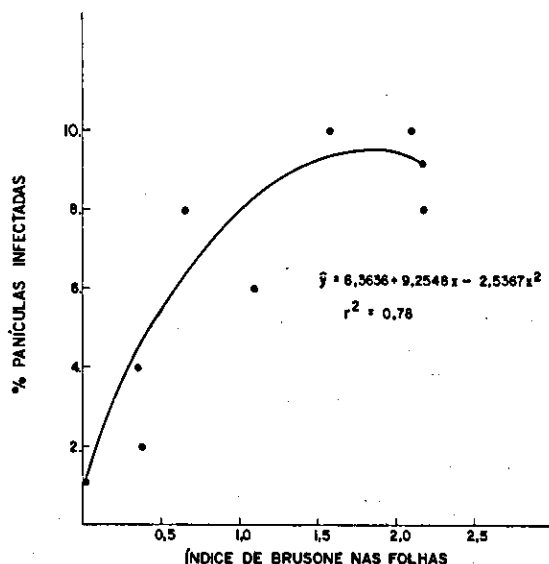


FIG. 1. Relação entre brusone nas folhas e brusone de pescoço da panícula.

TABELA 1. Peso de 1.000 grãos, incremento de peso com tempo em dois níveis de brusone nas folhas e percentagem de perda em peso.

Data das observações	Baixa intensidade de brusone (< 5% de área foliar infectada)		Alta intensidade de brusone (80-100% de área foliar infectada)		Perda em peso de 1.000 grãos ^h (%)
	Peso de 1.000 grãos (g)	Incremento de peso (%) ^a	Peso de 1.000 grãos (g)	Incremento de peso (%)	
9.4.76	3,622	20,71	3,719	37,97	- 2,678
12.4.76	4,434	25,36	4,164	42,52	6,089
15.4.76	5,552	31,75	5,103	52,11	8,087
18.4.76	8,904	50,91	7,995	67,98	10,208
21.4.76	9,789	55,97	6,665	81,64	31,913
24.4.76	13,689	78,97	9,380	95,79	31,477
27.4.76	17,491	100,00	9,792	100,00	44,016

^a Percentagem de incremento em relação ao peso de 1.000 grãos maduros em 27.4.76.

^h Perda em peso seco de grãos em plantas com alta intensidade de brusone em relação ao peso de grãos nas plantas com baixa intensidade.

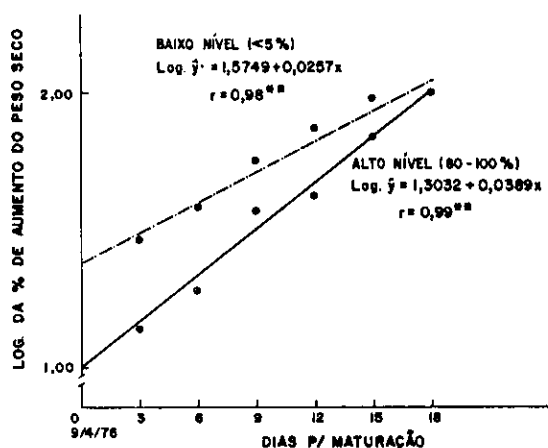


FIG. 2. Aumento de peso seco dos grãos em relação à brusone nas folhas no estágio de perfilhamento (0 = data de fecundação; X = dias para maturação iniciando-se fecundação).

Relação entre incidência de brusone nas panículas e diferentes épocas e perda de peso dos grãos por panícula. Obteve-se uma curva de progresso de brusone nas panículas, com o tempo, em forma de 'S', começando com 16,5% das panículas infectadas no estágio de grão leitoso. Esta percentagem aumentou, em doze dias, para 93% (Fig. 4). A relação entre a perda de peso das panículas e a época da infecção foi estreita e linear (Fig. 4). A perda de peso de grãos/panícula aumentou a uma taxa de 0,99% por dia. Esta relação en-

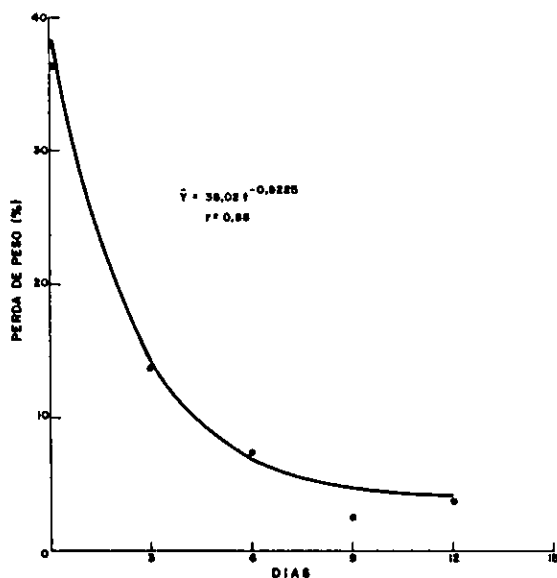


FIG. 3. Relação entre época de infecção de brusone no pescoço da panícula e perda em peso de 1.000 grãos. (0 = grãos no estágio leitoso; t = dias após estágio de grãos leitosos).

tre o peso das panículas, a época e a taxa de aumento de perda até a maturação é válida para as condições do ano em estudo e a incidência de brusone obtida em cada época. Os resultados indicam que, ao lado da percentagem de panículas com infecção do pescoço, a época de sua ocorrência é um fator importante em estudo de avaliação de perdas causadas por brusone.

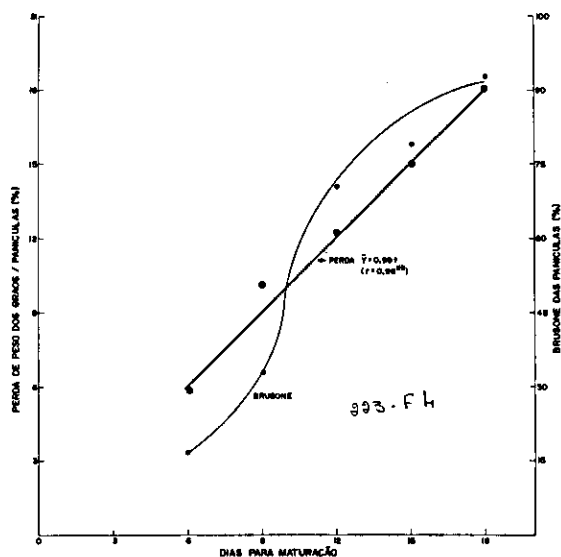


FIG. 4. Relação entre perda em peso das panículas e época de incidência de brusone nas panículas; curva de progresso de brusone das panículas com tempo.

CONCLUSÕES

1. A incidência de brusone no pescoço não representou diretamente o aumento de inóculo fornecido pelas lesões nas folhas.
2. Alta intensidade de brusone nas folhas, entre 80-100%, na fase de perfilhamento máximo, não parou o desenvolvimento dos grãos, mas afetou o peso dos grãos.
3. A perda do peso de 1.000 grãos foi em função da época de infecção no pescoço da panícula, sendo máxima no estágio leitoso.
4. A perda do peso das panículas aumentou com a época de infecção e com a percentagem de brusone. Ambas as variáveis são importantes na determinação da perda causada por brusone nas panículas.

REFERÊNCIAS

- FRATTINI, J.A. & SOAVE, J. Tentativa de avaliação das perdas por brusone nas cultivares de arroz do Estado de São Paulo. *R. Agric.* 49(213): 101-8, 1972.
- GOTO, K. Estimating loss from rice blast in Japan. In: _____. *The rice blast disease*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press. 1965. p.195-202.
- HORI, M. Studies on the forecast of the occurrence of rice blast with special reference to the forecasting method on the basis of experiments. *Spec. Bull. Dis. Insect Forecast M.A.F.*, 14:48-53, 1963.
- KATSUBE, T. & KOSHIMIZU, Y. Influence of blast disease on harvest in rice plant. 1. Effect of panicle infection on yield components and quality. *Bull. Tohoku. Nat. Agr. Exp. Sta.*, 39:55-96, 1970.
- KINGSOLVER, C.H.; SCHIMITT, C.G.; PEET, C.E. & BROMFIELD, K.R. Epidemiology of stem rust. II (Relation of quantity of inoculum and growth stage of wheat and rye at infection to yield reduction by stem rust). *Plant Dis. Rep.*, 43:855-62, 1959.
- KURIBAYASHI, K. & ICHIKAWA, H. Studies on forecasting of rice blast disease. *Spec. Rep. Nagano Agric. Exp. Stn.*, 13:1-229, 1952.
- ONO, K. Principles, methods and organization of blast disease forecasting. In: _____. *The rice blast disease*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press. 1965. p.173-94.
- OU, S.H. *Rice diseases*. England, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1972. 368p.
- PADMANABHAN, S.Y. Estimating losses from rice blast in India. In: _____. *The rice blast disease*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press. 1965. p.203-21.
- PLANK, van der., J.E. *Plant disease: epidemics and control*. New York, Academic Press, 1963. 349p.
- PRABHU, A.S.; FARIA, J.C. & ZIMMERMANN, F.J.P. An experimental approach to estimate yield loss due to rice blast. In: *INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY*, 3, München, Aug. 1978. Proceedings...
- RIBEIRO, A.S. Avaliação dos prejuízos da brusone. *Lav. arroz. Porto Alegre*, (281):14-6, 1974.