

# Época de Adubação de Cobertura de Nitrogênio e Potássio em Arroz de Terras Altas, no Controle da Brusone nas Panículas

## Introdução

A brusone causada por *Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo [teleomorfo- *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.] ainda permanece como um dos fatores limitantes da produtividade principalmente em arroz de terras altas. No Brasil Central, ocorre desde estágio de plântula até a fase de maturação da panícula. A brusone nas panículas causa maiores danos na produtividade do que a brusone nas folhas.

A brusone nas panículas inicia-se de sete a dez dias após a emissão e a severidade aumenta até a maturação. A infecção no primeiro nó, abaixo da panícula, é denominada brusone do pescoço. Diversas partes da panícula, como os ráquis, as ramificações primárias, secundárias e pedicelos, também são infectadas. A panícula inteira pode morrer quando a infecção ocorrer antes do estágio de grãos leitosos, apresentando uma coloração parda, diferente da coloração esbranquiçada característica das panículas atacadas pela broca-do-colmo, ou das estéreis devido à seca. As infecções mais tardias das panículas causam danos somente nas partes afetadas, e os sintomas da brusone nas glumelas não são comuns. Em condições de alta umidade, o fungo esporula nas espiguetas causando chochamento completo dos grãos na fase leitosa.

A severidade da brusone nas panículas aos 25 dias após a sua emissão explica a variação em produtividade da maioria das cultivares de arroz de terras altas. Os danos causados pela brusone nas panículas são diretos, devido a seu efeito no enchimento e na massa dos grãos. As estimativas de danos em condições experimentais mostraram que a brusone nas panículas é responsável por 43,9% de espiguetas vazias e 31% a 72% na massa de grãos. Foram observados danos em produtividade de 44,8% para a cultivar IAC 202 e 27,4% para a cultivar Caiapió.

## Fatores que influenciam a brusone nas panículas

Os conhecimentos dos fatores climáticos e nutricionais que favorecem a incidência da doença são importantes para o manejo da brusone. Todas as fases do ciclo da doença, da germinação dos esporos até o desenvolvimento das lesões são influenciadas pelos fatores climáticos. O fator mais importante é a duração do período de molhamento das folhas, seja pela chuva ou pela deposição do orvalho. No Brasil Central, a oscilação da temperatura entre o dia e a noite, responsável pelos períodos prolongados de orvalho favorece a alta severidade da brusone. A temperatura ideal para o rápido desenvolvimento da brusone varia entre 20-25° C. O desenvolvimento da infecção é acelerado quando a umidade relativa do ar é superior a 93%. Um alto índice de produção de esporos ocorre de três a oito dias após o aparecimento da lesão, e a esporulação em uma lesão pode continuar por mais de 20 dias. A incidência da brusone em arroz de terras altas em anos chuvosos tem sido menor do que em anos com deficiência hídrica. As chuvas lavam os esporos das plantas, reduzindo, assim, a sua quantidade e disseminação.

A baixa umidade do solo aumenta a suscetibilidade do arroz à brusone devido à menor absorção de ácido silício e ao aumento do teor de nitrogênio solúvel no interior dos tecidos da planta. Em arroz de terras altas, a suscetibilidade das plantas aumenta sob condições de estresse hídrico devido ao acúmulo de nutrientes nas ramificações das panículas, fato que explica parcialmente a maior severidade da brusone nas panículas em arroz de terras altas do que em arroz irrigado. Em plantas com sintomas de deficiência hídrica, as lesões produzem 3,5 vezes mais conídios que em plantas não sujeitas ao mesmo estresse. Os tecidos com elevado conteúdo de nutrientes, principalmente açúcares, predispõem a planta a infecções pelo fungo. Os veranicos intermitentes e os períodos prolongados de orvalho predispõem as plantas a severas incidências da brusone nas panículas.

Santo Antônio de  
Goias, GO  
Dezembro, 2005

### Autores

Anne Sitarama Prabhu  
Biólogo, Ph.D. em  
Fitopatologia,  
Embrapa Arroz e Feijão. Rod.  
GO 462, Km 12, 75375-000  
Santo Antônio de Goiás – GO.  
prabhu@cnpaf.embrapa.br

Gisele Barata da Silva  
Engenheira Agrônoma,  
Doutora em Fitopatologia,  
Bolsista DCR/CNPq

Durante o enchimento dos grãos, a fase entre grão leitoso e pastoso (10 a 20 dias após a emissão das paniculas) é a mais suscetível à brusone. A severidade da brusone nas paniculas geralmente é menor quando as chuvas coincidem com a fase de enchimento dos grãos. Em geral, a incidência da brusone nas paniculas é menor em campos irrigados por aspersão do que naqueles sujeitos à deficiência hídrica.

## Desequilíbrios nutricionais

Desequilíbrios nutricionais podem aumentar ou diminuir a severidade da brusone em folhas e paniculas, principalmente com o uso do nitrogênio (N) em doses excessivas. A quantidade, o modo de aplicação, a forma disponível e a época de aplicação do nitrogênio influenciam grandemente a severidade da brusone. Tanto a brusone nas folhas, quanto nas paniculas, aumenta com o aumento dos níveis de N, diminuindo a produtividade do arroz de terras altas. A aplicação da totalidade do N no sulco, pela ocasião do plantio, aumenta significativamente a severidade da brusone, quando comparada com a aplicação parcelada. A influência do N é maior em solos arenosos, de baixa capacidade de retenção de água, do que em solos argilosos. A incidência da brusone varia de acordo com a forma disponível de N, e a suscetibilidade da planta é maior quando o N é aplicado na forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) do que na forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ). Isto explica, em parte, a maior suscetibilidade da cultura de terras altas, cuja principal fonte de N inorgânico é o nitrato, comparado com o arroz irrigado, para o qual a fonte principal é a amônia.

As seguintes explicações foram postuladas sobre o efeito do N no aumento da suscetibilidade de arroz à brusone: 1. a germinação dos condílios e a formação do apressório são estimuladas em plantas adubadas com elevados níveis de N; 2. altas doses de N diminuem o conteúdo de sílica na parede celular; 3. o nitrogênio é um elemento essencial para a síntese de aminoácidos, proteínas, fenóis e fitoalexinas, substâncias envolvidas em diversos mecanismos de resistência das plantas; e 4. a elevada quantidade de N causa redução da toxicidade de compostos fenólicos aos fungos, acelerando a quebra da resistência.

O conteúdo de sílicio no tecido oferece resistência mecânica à penetração do fungo através da silicificação das células da epiderme. A brusone nas paniculas diminui com doses crescentes de silicato de cálcio em solo de cerrado, mesmo com elevadas doses de N. A silicificação das células está relacionada com a nutrição potássica. A deficiência de potássio reduz o acúmulo de  $\text{SiO}_2$  nas células da epiderme foliar e facilita a penetração do fungo.

O aumento ou diminuição de severidade da brusone tem sido relacionada com aplicações de potássio (K). O potássio diminui a incidência da brusone em solos deficientes deste nutriente. O efeito do K está relacionado com o nível de N. Os estudos realizados em condições de campo em solo de cerrado mostraram que a severidade da brusone nas paniculas diminui

com o aumento da dose de K em níveis baixos de N. Na dose de  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, a aplicação de potássio não diminuiu a severidade da brusone. A concentração de conteúdos minerais nas cultivares resistentes e suscetíveis determina a severidade da brusone. A correlação entre a severidade da brusone nas paniculas e o conteúdo de nitrogênio, fósforo e magnésio nos tecidos das paniculas foi positiva, e de potássio e cálcio negativa. Da mesma forma, quando o fósforo não é fator limitante, a aplicação de doses elevadas desse elemento aumenta a severidade da brusone nas paniculas.

O papel do K na redução da severidade de doenças é função de sua atuação em alterações metabólicas e morfológicas. As plantas deficientes em K apresentam redução na síntese de proteína e acúmulo de amido, o que a predispõe à infecção por patógenos. Além disso, o K aumenta a resistência da epiderme contra a penetração do fungo. No Japão, foram recomendadas altas quantidades de K como medida de controle da brusone em arroz. Entretanto, é necessário considerar que o efeito do potássio está estreitamente relacionado com o nível de nitrogênio.

## Aplicação de cobertura de N e K

A época e a quantidade de aplicação de N e K influenciam a severidade da brusone nas paniculas. A aplicação de cobertura com nitrogênio e potássio na época do primórdio floral é recomendada para o aumento da produtividade de arroz de terras altas. Os resultados quanto ao efeito do K na adubação de cobertura sobre a incidência e severidade da brusone nas paniculas são conflitantes. Os conhecimentos quanto ao efeito de N e K, isoladamente ou em combinação, aplicados em cobertura sobre a brusone nas paniculas e seu efeito nos componentes de produtividade são limitados. Com o objetivo de esclarecer alguns aspectos da adubação de cobertura em arroz estudou-se o efeito da aplicação tardia do nitrogênio e potássio sobre a severidade de brusone nas paniculas e de alguns componentes de produtividade em solo de cerrado.

## Resultados experimentais

Os experimentos foram realizados nos campos experimentais da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, nos anos agrícolas 2001/2002 e 2002/2003, utilizando a cultivar Primavera. A adubação de base consistiu em  $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (NPK 5-30-15) +  $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sulfato de zinco e  $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  micronutrientes (FTE). A adubação em cobertura foi realizada com N, em forma de sulfato de amônio, e K em forma de cloreto de potássio, isoladamente e em mistura. Os dez tratamentos foram os seguintes:

- 1- Nitrogênio ( $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 55 DAP (Dias após o plantio)
- 2- Nitrogênio ( $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 65 DAP
- 3- Nitrogênio ( $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 75 DAP
- 4- Potássio ( $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 55 DAP
- 5- Potássio ( $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 65 DAP
- 6- Potássio ( $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 75 DAP
- 7- Nitrogênio + Potássio ( $50 + 80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 55 DAP

- 8- Nitrogênio + Potássio (50+80 kg.ha<sup>-1</sup>) 65 DAP
- 9- Nitrogênio + Potássio (50+80 kg.ha<sup>-1</sup>) 75 DAP
- 10- Testemunha( sem adubação de cobertura)

A aplicação de N aos 55 DAP e aos 65 DAP não proporcionou o aumento à severidade da brusone nas panículas (SBP), no ano 2001/02. Por outro lado, tanto a aplicação de N como de N+K nas mesmas épocas aumentaram significativamente a severidade da brusone nas panículas em relação à testemunha, no ano 2002/2003 (Figura 1). Não houve resposta SBP à aplicação de N, N+K e K aos 65 e 75 DAP em ambos os anos (Tabela 1 e Figura 2). Na safra 2002/2003, a aplicação com N e N+K em todas as épocas de cobertura aumentou o teor de clorofila na folha bandeira em relação à testemunha, o que não proporcionou aumento na produtividade (Tabela 1). A correlação entre a severidade da brusone nas panículas e o peso de grãos foi negativa ( $r = -0,92$ ;  $P \leq 0,01$ ; Figura 3.A) e com a porcentagem de espiguetas vazias foi positiva ( $r = 0,88$ ;  $P \leq 0,01$ ; Figura 3.B). A adubação de N, K e N+K em todas as épocas cobertura, nas duas safras, não proporcionou aumento na produtividade e na massa dos grãos (Tabela 2), devido às altas severidades da brusone nas panículas.



Fig. 1. A. Parcela aplicada com cobertura de N + K, 55 dias após o plantio; B. Testemunha sem aplicação de cobertura.

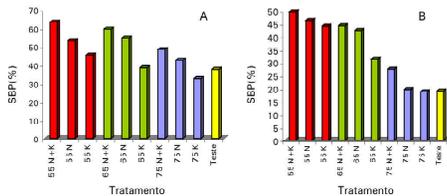


Fig. 2. Severidade da brusone nas panículas em relação à época de aplicação de cobertura com nitrogênio e potássio na cultivar Primavera de arroz de terras altas, nas safras 2001/2002 (A) e 2002/2003 (B). Santo Antônio de Goiás, GO. Fonte: Silva & Prabhu 2003.

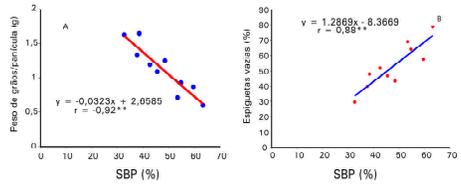


Fig. 3. Relação entre a brusone nas panículas (BP) e o peso de grãos por panículas e entre a brusone nas panículas (BP) e a porcentagem de espiguetas vazias, na safra 2001/2002. Santo Antônio de Goiás, GO.

Fonte: Silva & Prabhu 2003.

Tabela 1. Severidade da brusone nas panículas (SBP) e teor de clorofila em relação à aplicação tardia de nitrogênio (N) e potássio (K) em arroz de terras altas nas safras 2002 e 2003. Santo Antônio de Goiás, GO.

Tratamento (DAP) <sup>1</sup>	2001/2002		2002/2003	
	SBP(%) <sup>2</sup>	Clorofila <sup>3</sup>	SPB <sup>2</sup> (%)	Clorofila <sup>3</sup>
55 N	53,39 abc*	39,68 ab	46,40 a	44,68 a
55 K	45,47 abcd	34,83 bc	44,21 ab	34,35 b
55 N+K	63,27 a	38,63 abc	49,76 a	43,28 a
65 N	54,70 abc	43,34 a	42,61 abc	46,55 a
65 K	38,44 cd	35,69 bc	31,47 abc	34,83 b
65 N+K	59,56 ab	45,11 a	44,37 a	46,88 a
75 N	42,60 bcd	40,25 ab	19,70 bc	45,13 a
75 K	32,60 d	33,00 bc	18,95 c	35,35 b
75 N+K	48,46 abcd	45,46 a	27,58 abc	47,50 a
Testemunha <sup>5</sup>	37,61 cd	31,51 c	19,21 bc	34,90 b

<sup>1</sup>Dias após o plantio.

<sup>2</sup>Severidade da brusone em 50 e 25 panículas pré-marcadas com o mesmo estágio fisiológico nas safras 2001/2002 e 2002/2003, respectivamente.

<sup>3</sup>O valor de clorofila foi medido aos 75 DAP com o aparelho Minolta 501 SPAD na folha bandeira.

\*As colunas com mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Efeito da adubação de cobertura com nitrogênio (N) e potássio (K), aplicados em diferentes épocas, sobre a produtividade e peso de panícula na safra 2002/2003, Santo Antônio de Goiás, GO.

Tratamento (DAP) <sup>1</sup>	Peso/panícula(g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
		AA <sup>2</sup>	DA <sup>3</sup>
55 N <sup>4</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	1.650,63 <sup>ns</sup>	1.283,31 <sup>ns</sup>
55 K <sup>4</sup>	1,28	1.346,72	1.088,97
55 N+K <sup>4</sup>	1,15	1.542,27	1.160,20
65 N	1,41	1.598,65	1.171,86
65 K	1,25	1.371,00	1.098,10
65 N+K	1,20	1.552,76	1.084,12
75 N	1,15	1.366,96	1.057,70
75 K	1,35	1.366,39	1.067,16
75 N+K	1,20	1.463,31	1.085,74
Testemunha <sup>5</sup>	1,44	1.348,96	1.110,75
CV	12,3	14,0	19,6

<sup>1</sup>DAP dias após o plantio.

<sup>2</sup>AA: antes de abanar.

<sup>3</sup>DA: depois de abanar.

<sup>4</sup>N : 50 kg ha<sup>-1</sup> (sulfato de amônio); K : 80 kg ha<sup>-1</sup> (cloreto de potássio); N+K: 50 kg ha<sup>-1</sup> + 80 kg ha<sup>-1</sup>.

<sup>5</sup> Testemunha sem adubação de cobertura.

<sup>ns</sup>não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Conclusões

A adubação de cobertura com nitrogênio juntamente com potássio não é aconselhável a partir dos 55 dias do plantio em cultivares de ciclo precoce e suscetíveis à brusone.

## Referências Bibliográficas

- BARBOSA FILHO, M. P.; PRABHU, A. S. **Aplicação de silicato de cálcio na cultura de arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 51).
- FARIA, J. C. de; PRABHU, A. S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito de fertilização nitrogenada e pulverização com fungicida sobre a brusone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 847-852, jun. 1982.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J. C. de. Relacionamentos quantitativos entre brusone nas folhas e panículas e seus efeitos sobre enchimento e peso dos grãos em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 2, p. 219-223, fev. 1982.
- PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Arroz (*Oryza sativa* L.): controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 51-81.
- PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Grau de resistência à brusone e produtividade de cultivares melhoradas de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 12, p. 1453-1459, dez. 2001.
- PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P.; FILIPPI, M. C. **Principais doenças do arroz no Brasil**. 3. ed. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 43 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 2).

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, DF, v. 14, n. 3/4, p. 227-232, out./dez. 1989.

PRABHU, A. S.; GUIMARÃES, C. M.; BERNI, R. F. **Influência da época de plantio no controle da brusone em folhas de arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 56).

PRABHU, A. S.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, G. B. **Manejo da brusone no arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 52).

SANTOS, A. B. do; PRABHU, A. S.; AQUINO, A. R. L. de; CARVALHO, J. R. P. de. Épocas, modos de aplicação e níveis de nitrogênio sobre brusone e produção de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 7, p. 696-707, jul. 1986.

SILVA, G. B.; PRABHU, A. S. Severidade da brusone nas panículas em relação à época de adubação de cobertura de nitrogênio e potássio em arroz de terras altas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. S389, ago. 2003. Suplemento, ref. 867. Edição de Resumos do XXXVI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Uberlândia, MG, ago. 2003.

STONE, L. F.; OLIVEIRA, A. B. de; STEINMETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro, ao nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 3, p. 295-301, jul. 1979.

Circular  
Técnica, 71

**Embrapa**



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Arroz e Feijão**  
Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural  
Caixa Postal 179  
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
Fone: (62) 3533 2123  
Fax: (62) 3533 2100  
E-mail: sac@cnpap.embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2005): 1.000 exemplares

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** Carlos Agustín Rava  
**Secretário-Executivo:** Luiz Roberto R. da Silva  
Marta Cristina de F. Silva  
Valécia Lemes da Silva Lobo

**Expediente**

**Supervisor editorial:** Marina A. Souza de Oliveira  
**Revisão de texto:** Vera Maria T. Silva  
**Normalização bibliográfica:** Ana Lúcia D. de Faria  
**Editoração eletrônica:** Fabiano Severino