

Eficiência de fontes de potássio via foliar e doses de fungicida na soja e seu efeito no progresso da ferrugem asiática

Regina Maria Quintão Lana⁽¹⁾; Bruno Nicchio⁽²⁾; Ângela Maria Quintão Lana⁽³⁾; Adriane de Andrade Silva⁽⁴⁾; Carolina Borges Prudente⁽⁵⁾;

⁽¹⁾Professora Titular, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Umuarama; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2; rmqlana@iciag.ufu.br; ⁽²⁾Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia – MG; Bolsista da CAPES; bruno_nicchio@hotmail.com; ⁽³⁾Professora Associada do Departamento de Zootecnia – Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2; angelaquintao@gmail.com; ⁽⁴⁾Professora Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo; zoodrika@uol.com.br; ⁽⁵⁾Engenheira Agrônoma Técnica do Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Umuarama; carolbprudente@hotmail.com.

RESUMO: Durante algum tempo a soja foi semeada no Brasil apresentando boa sanidade, mas, com poucos anos de cultivo começaram a aparecer doenças que se tornaram limitantes da produtividade, sendo que atualmente mais de 50 delas afetam a cultura. Relatos mostram que a nutrição adequada de potássio reduz a severidade de mais de 20 doenças bacterianas, mais de 100 doenças fúngicas e 10 doenças causadas por vírus e nematóides em diversas culturas. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a aplicação foliar de fontes de potássio associadas a diferentes doses do fungicida Tebuconazole (200 g i.a ha⁻¹), seu efeito sobre o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). O delineamento experimental realizado foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial (5x4), utilizando-se quatro fontes de potássio (Nitrato, Sulfato, Fosfito, Silicato), mais a testemunha, e quatro doses de fungicida (0, 250, 500 e 700 mL ha⁻¹) totalizando 20 tratamentos. As variáveis analisadas foram eficiência agrônômica das fontes de K e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Na aplicação de diferentes fontes de potássio, o silicato de potássio apresentou maior eficiência agrônômica e maior eficiência no fornecimento de K; quando avaliado a severidade no estádio R_{5.4} da soja, os tratamentos que receberam a aplicação foliar de fontes de K, associadas ou não ao fungicida, apresentaram no terço médio leve redução na severidade da ferrugem asiática.

Termos de indexação: *Phakopsora pachyrhizi*, fungicida, nutrição foliar.

INTRODUÇÃO

A ferrugem é considerada uma das doenças mais importantes na cultura da soja pelo seu poder destrutivo (Andrade & Araripe-andrade, 2002). Na

cultura da soja a ocorrência ou a severidade de doenças varia de acordo com o tempo, clima e região dependendo também das variedades utilizadas em cada safra (Hartman et al., 1999).

A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* é uma das mais agressivas na cultura da soja (Hartman, 1999; Yorinori et al., 2005). Onde a desfolha precoce é um dos principais danos causado pela ferrugem-asiática, assim impedindo o enchimento completo das vagens, reduzindo a produtividade e a qualidade dos grãos (Yang, 2006). A ausência de cultivares resistentes faz com que o manejo da cultura da soja, por meio de aplicação de defensivos, seja uma alternativa que viabiliza o cultivo da soja na presença da ferrugem (Embrapa, 2005). Mas a utilização de forma intensidade proporciona, além da elevação de custos de produção, a possibilidade de contaminação.

Nesse sentido, a nutrição de plantas equilibrada tem uma importância muito grande, pela possibilidade de elevar o rendimento de grãos, melhorar a qualidade dos produtos e reduzir a severidade de doenças. O potássio é fundamental para a sobrevivência das plantas e para a obtenção de produtividade adequada sobre várias condições de estresse ambiental, por isso seu suprimento é de suma importância (Cakmak, 2005). Além de reduzir a suscetibilidade das plantas às doenças, causadas por fungos e também promover resistência a doenças (Homheld, 2005).

Objetivou-se avaliar a eficiência agrônômica de fontes de potássio aplicadas via foliar associadas às doses do fungicida Tebuconazole (200 g i.a ha⁻¹) e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada para a condução do experimento



pertence à empresa Sementes Selecta, situada no município de Goiatuba-GO, às margens da rodovia GO-320, Km 2,5, com altitude de 800m, latitude 17°58'56" S e longitude 49°21'43"O.

O solo é classificado em Latossolo Vermelho Distrófico, apresentando 37,8% de argila, baixa acidez, teor médio de fósforo, teor adequado de potássio e saturação por bases de 59%.

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial (5x4), utilizando-se quatro fontes de potássio (nitrato, sulfato, fosfito, silicato), juntamente com a testemunha e quatro doses (0, 250, 500, 750 mL ha⁻¹) do fungicida Tebuconazole (200g i.a ha⁻¹), totalizando 20 tratamentos. Cada parcela foi constituída de oito linhas de soja, espaçadas de 0,5 m entre linhas, por 7 m de comprimento, sendo considerada a parcela útil às quatro linhas centrais, com 0,5 m de bordadura em cada extremidade, totalizando 10 m².

Foram realizadas três pulverizações na soja em estádio R₂, R_{5.1} e R_{5.3}, aos 50, 67 e 81 dias após a emergência. As aplicações foram feitas utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, volume de aplicação de 200 L ha⁻¹, ponta tipo cone vazio (11003) e pressão de trabalho de 24 psi. As doses de cada fertilizante foram determinadas com base na aplicação de 200 g ha⁻¹ de potássio na 1ª e 2ª aplicações e 400 g ha⁻¹ de potássio na terceira aplicação, totalizando 800 g ha⁻¹ de potássio.

Utilizou-se o formulado 02-18-18 na dosagem de 400 kg ha⁻¹ na adubação de plantio, via solo. A dessecação da área foi realizada utilizando-se 2 kg ha⁻¹ do herbicida glifosato (700 g i.a. L⁻¹) + 0,5 L ha⁻¹ do herbicida 2,4-D (806 g i.a. L⁻¹). Para a semeadura da soja utilizou-se a cultivar M-Soy 8001, do grupo de maturação semi-precoce (120 dias) e de hábito de crescimento determinado. Para o controle das plantas invasoras utilizou-se herbicidas pós-emergentes Lactofen e Clethodim, nas dosagens 0,5 e 1 L ha⁻¹ respectivamente.

A eficiência agrônômica (EA) e a eficiência no fornecimento de K (EFK) das diferentes fontes potássicas foram calculadas através da fórmula proposta por Siqueira et al. (1999). Com os dados obtidos em campo, através da análise da severidade da ferrugem asiática, utilizou-se a escala diagramática de Godoy et al. (2005), estimada em folhas do terço médio e superior das plantas de soja. As avaliações foram realizadas em intervalos de três a quatro dias a partir da primeira aplicação dos tratamentos até o estádio R_{5.4}. Segundo

Campbell & Madden, (1990) calculou-se a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD). O valor da AACPD sintetiza todas as avaliações de severidade da doença em um único valor.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância segundo o delineamento de blocos casualizados, com transformação dos dados (raiz quadrada de X + 1), para cálculo da severidade. A comparação das médias entre os tratamentos foi realizada com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. O efeito das doses do fungicida foi avaliado através de análise de regressão. A análise estatística foi realizada pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência agrônômica (EA) das fontes de potássio utilizadas apresentou comportamento semelhante, porém a eficiência agrônômica (EA) com as dosagens do fungicida mostrou-se significativa. Quando se utiliza o fungicida, ocorre um aumento na eficiência agrônômica das fontes de potássio, entretanto, à medida que se aumenta a dose do fungicida, a EA tende a diminuir, conforme **tabela 1**. Em relação à eficiência no fornecimento de potássio (EFK), houve um aumento quando se utiliza o fungicida, mas posteriormente houve uma redução na EFK à medida que a dosagem do fungicida foi elevada, conforme a **tabela 2**.

Quando se avalia as fontes de potássio individualmente, observa-se que o silicato de potássio apresentou uma maior EA média em relação às demais fontes de potássio, apesar de não apresentar diferença estatística. Quanto a severidade da ferrugem "asiática" no estádio R_{5.4} da soja, os tratamentos que receberam a aplicação foliar de fontes de potássio associadas ou não ao fungicida apresentaram no terço médio, leve redução na severidade de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), principalmente quando utilizado silicato de potássio, nitrato de potássio ou fosfito de potássio. Já no terço superior, os tratamentos com fosfito de potássio, sem fungicida e associado à dose de 250 mL ha⁻¹ de fungicida, apresentaram valores de severidade mais baixos que as demais fontes (**Tabela 2**).

Este comportamento diferenciado segundo Epstein (1999) entre os tratamentos com ou sem fontes de potássio pode ser atribuído à característica dos íons acompanhantes das fontes de potássio, sendo que o silício pode mobilizar



mecanismos de defesa da planta, o qual inclui acumulação de lignina, compostos fenólicos e peroxidases, sugerindo que este elemento também possa atuar como mensageiro dentro da célula em caso de distúrbio.

Quando utilizado o fungicida Tebuconazole (200 g i.a L⁻¹), mesmo na sua menor dosagem (250 mL ha⁻¹), ocorre uma significativa redução da AACPD - Área Abaixo da Curva de Progresso de Doenças, tanto ao terço médio, como ao terço superior (**Figura 1**) independente das fontes de potássio aplicadas. Este fato pode ser atribuído às características benéficas do fungicida, a rápida penetração e distribuição nas plantas com ação curativa sobre infecções já iniciadas. Já a ação preventiva aumenta o residual do produto (Forcelini, 1994), protegendo a planta por mais tempo. Devido a essas características, os fungicidas do grupo dos triazóis apresentam boa eficiência no controle de *Phakopsora pachyrhizi*.

No terço médio, quando comparado os valores de AACPD entre as fontes de potássio nota-se que o menor valor médio foi obtido quando utilizado silicato de potássio (13,50), sendo inferior em 2,67 pontos (16,5%), em relação ao tratamento com fosfito de potássio (16,17) como apresentado na **figura 1**. No terço superior, o menor valor médio de AACPD observado foi de 3,91 pontos, quando se utilizou nitrato ou fosfito de potássio, enquanto a pontuação foi de 4,96 pontos quando se utilizou sulfato de potássio.

Os diferentes comportamentos, entre os tratamentos, com e sem fontes de potássio pode ser explicado devido a uma provável fitotoxidez causada pelo fungicida quando associado a estas fontes, já que as fontes de potássio podem afetar as características da solução, reduzindo o pH e auxiliando na absorção do fungicida.

CONCLUSÕES

O silicato de potássio apresentou maior eficiência agrônômica e maior eficiência no fornecimento de potássio às plantas.

Os fertilizantes potássicos com ou sem fungicida reduziram a severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. J. M.; ARARIPE-ANDRADE, D. F. A. Ferrugem asiática: uma ameaça a soja cultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 11p. (Circular técnica, 11).

CAKMAK, I. Protection of plants from detrimental effects of environmental stress factors. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Piracicaba, 2005. Anais. Piracicaba, 2005. p. 261-871.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: John Wiley & Sons. 531p. 1990.

EMBRAPA SOJA. Tecnologia de produção de soja: Região central do Brasil. 2004. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste. 2005. 220p. (Sistemas de Produção. Embrapa Soja n.9)

EPSTEIN, E. Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v.50, p. 641-664, Jun. 1999.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. Anais. São Carlos, UFSCar, 2000. p. 255-258.

GODOY, C.V. Ensaios em rede para controle de doenças na cultura da soja. Safra 2004/2005; Godoy. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 183p. (Documentos Embrapa Soja, n. 266).

HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C., ed. Compendium of soybean diseases. 4. ed. Saint Paul MN. APS Press, 1999. p. 25-26.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J.; RUPE, J. Compendium of soybean diseases. Saint Paul: APS, 1999. 128 p.

HOMHELD, V. Efeitos do potássio nos processos da rizosfera e na resistência das plantas a doenças. Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira / edição de Tsuioshi Yamada e Terry L. Roberts. Piracicaba, 2005. p. 301-319.

SIQUEIRA et al. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Soil fertility, soil biology, and nutrition interrelationships. Editado por: José Oswaldo Siqueira et al., Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, 1999. 818p.

YANG, X. B. Framework development in plant disease risk assessment and its application. European Journal of Plant Pathology, v. 115, n. 1, p. 25-34, 2006.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. Plant Disease, v. 89, p. 675-677, 2005.

Tabela 1 - Índice médio de eficiência agrônômica (EA), em função da aplicação de doses crescentes do fungicida Tebuconazole (200g i.a L-1), e diferentes fontes de adubo potássico foliar, em um latossolo Vermelho Distrófico, Goiatuba-GO.

Fonte	Dose do fungicida mL ha ⁻¹				Médias*
	0	250	500	750	
Nitrato	-9,02	154,68	192,72	-317,22	5,28a
Fosfito	-167,44	280,92	139,21	-194,51	14,54a
Sulfato	-145,37	277,35	142,24	-196,33	19,47a
Silicato	57,28	193,77	176,51	-139,97	71,90a
Médias	-66,13	226,68	162,67	-212,01	

*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação. C.V. % 1468.

Tabela 2 - Índice médio de eficiência no fornecimento de potássio (EFK), em função da aplicação de doses crescentes do fungicida Tebuconazole (200g i.a L-1) e diferentes fontes de adubo potássico foliar, em um latossolo Vermelho Distrófico, Goiatuba-GO.

Fonte	Dose de fungicida mL ha ⁻¹				Médias*
	0	250	500	750	
Nitrato	-1,04	1,66	1,66	-1,66	0,15a
Fosfito	-0,41	3,54	-1,04	-0,83	0,31a
Sulfato	0,20	1,04	1,45	-2,70	0,00a
Silicato	2,70	2,29	2,70	0,20	1,97a
Médias	0,36	2,13	1,19	-1,25	

*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação. C.V.% 474,88.

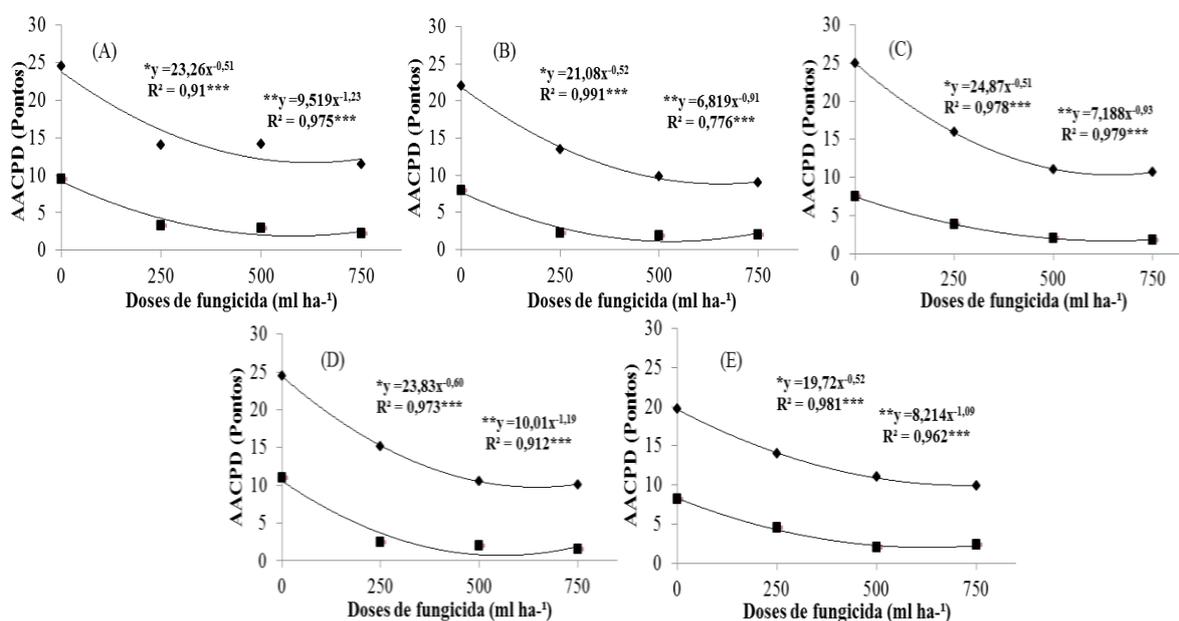


Figura 1 - Efeito de doses do fungicida Tebuconazole (200g i.a L-1) e fontes de potássio em aplicação foliar sobre a AACPD, observadas nos terços médio e superior de soja. (a) Testemunha; (b) Nitrato; (c) Fosfito; (d) Sulfato; (e) Silicato; Terço médio*; Terço Superior**; efeito significativo a 5%.