

NOTA CIENTÍFICA**CONTROLE DO CANCRO DA HASTE DA SOJA POR MEIO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Margarida F. Ito^{1,5}
Hipólito A. A. Mascarenhas^{1,5}
Roberto T. Tanaka^{1,5}
Antonio L. M. Martins¹
Ivani P. Otsuk²
Quirino A. C. Carmello^{3,5}
Takashi Muraoka^{4,5}

RESUMO

No ano agrícola 1998/99 foram instalados dois experimentos, ambos em duas localidades do Estado de São Paulo, cujos tratamentos consistiram de dois níveis de saturação de bases ($V\% = 40$ e 60) e quatro doses de potássio (0, 60, 120 e 180 kg/ha de K_2O), num esquema fatorial, com quatro repetições. Foi utilizado o cultivar de soja IAS-5 de ciclo precoce. A única diferença entre os dois experimentos foi a aplicação de potássio em cobertura. No primeiro ensaio, o potássio foi aplicado em três vezes: na formação das folhas unifoliadas aos 10 e 20 dias após a inoculação do fungo *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* (dpm), agente causador do cancro da haste. No segundo ensaio, foi feita em duas vezes: na formação de folhas unifoliadas e 10 dias após a inoculação do dpm. O melhor tratamento no controle de plantas mortas causados pela dpm foi associação de 60 até 120 kg/ha de K_2O , e $V\%$ de 40, indepen-

1 Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13.001-970 Campinas, SP, Brasil.

2 Instituto de Zootecnia, Centro de Métodos Quantitativos, Caixa Postal 60, 13.460-000 Nova Odessa, SP.

3 ESALQ, Dep. Química, Caixa Postal 09, 13418-260 Piracicaba, SP.

4 Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Caixa Postal 96, 13.400-970 Piracicaba, SP.

5 Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

dente da dose de aplicação do potássio em cobertura. Como a incidência de doença se dá nos estádios fenológicos R3 a R4, (formação de vagens) e o ciclo de planta é de 110-120 dias, há possibilidade de escape de doença devido ao ciclo curto do cultivar.

Palavras-chave: *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, inoculação artificial, nutrição, *Glycine max* (L.) Merrill.

ABSTRACT

CONTROL OF STEM CANKER IN SOYBEANS BY LIMING AND POTASSIUM FERTILIZER

Two experiments were conducted each one at two locations. The treatments utilized were two levels of base saturations index ($V\%=40$ and 60) x four doses of potassium (0, 60, 120, and 180 kg/ha of K_2O) in a factorial design with four replicates each using the early soybean cultivar IAS-5. The only difference between the two experiments was the application of potassium as side dressing. In the first experiment the potassium was applied as side dressing three times: at the formation of unifoliolate leaves, and at 10 and 20 days after inoculation of *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *phaseoli*, the fungus of stem canker. In the second experiment the potassium was broadcast twice: at the formation of the unifoliolate leaves, and at 10 days after inoculation of the stem canker fungus. Results showed that the best treatment was the application of 60 to 120 kg/ha de K_2O in the presence of $V\%=40$, independent of the application of side dressing of potassium either two or three times, which presented smaller percentage of dead plants due to the disease. Since the attack of the fungus only occurs at the phenological stage R3 or R4 (pod filling stage) and the plant cycle is 110-120 days, there is a possibility of escaping from the disease due to the earliness of the cultivar which thus suffers a small reduction of yield due to the fungus attack.

Key words: *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, artificial

inoculation, nutrition, *Glycine max* (L.) Merrill.

INTRODUÇÃO

O cancro da haste da soja, causado por *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* (dmp) foi detectado no Estado de São Paulo na safra de 1993/94 (Ito *et al.* 1994). O manejo da nutrição das plantas é uma prática que pode auxiliar no incremento da resistência ao ataque dos fitopatógenos (Perrenoud, 1990). Com o manejo da nutrição da cultura pode-se alterar a sua resistência aos patógenos (Yorinori, 1994).

Geralmente, o suprimento balanceado entre os nutrientes que otimiza o crescimento é também considerado ideal para a resistência da planta (Mascarenhas *et al.* 1988). Perrenoud (1977) demonstrou que o potássio exerce papel benéfico na diminuição do nível de infecção e na qualidade de sementes. Rhoton (1989) observou que a matéria orgânica, o pH e a umidade do solo contribuem com 66% do nível de infecção pelo patógeno e que os resíduos das culturas anteriores não favorecem a doença. Solos não adubados com potássio também podem estar associados a maior severidade dos sintomas (Perrenoud, 1990).

Tanto Mascarenhas *et al.* (1977) quanto Ito *et al.* (1994) mostraram que a incidência da doença causada por *D. phaseolorum* var. *sojae* foi diminuída com nutrição potássica adequada. Sabe-se ainda que o potássio reduz a severidade da queima causada por *Cercospora kikuchii* em soja (Ito *et al.* 1993). Recentemente, Mascarenhas *et al.* (1998) em trabalho em casa de vegetação mostraram que, com V%= 40 e com a dose de 120 kg/ha de K₂O, aplicado em cobertura por três vezes, houve diminuição da severidade do cancro da haste em soja.

O objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de obter resultados semelhantes no campo, como em casa de vegetação, com quatro níveis de potássio e dois níveis de V%.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em dois municípios do Estado de

São Paulo, em dois solos: em Pindorama, num solo Podzólico Vermelho Amarelo, textura arenosa e em Batatais, Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa cujas análises são apresentadas na Tabela 1. Foram instalados dois ensaios em cada local e os tratamentos consistiram de dois níveis de saturação de bases ($V\% = 40$ e 60), obtidos pela aplicação de calcário dolomítico e quatro níveis de potássio (0, 60, 120 e 180 kg/ha de K_2O) aplicados na forma de cloreto de potássio. O esquema experimental foi um fatorial de 2 Níveis de Saturação de Bases x 4 Níveis de K_2O com quatro repetições. A parcela consistiu de 4 linhas de três metros, com espaçamento entre linhas de 0,60 m.

As sementes de soja IAS-5 foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. No sulco aplicaram-se 60 kg/ha de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples. Dez dias após a germinação foi feito o desbaste deixando-se 20 plantas por metro linear. A única diferença entre os dois ensaios foi a aplicação de potássio em cobertura. No primeiro ensaio, foi aplicado em três vezes: na formação de folhas unifoliadas, aos 10 e aos 20 dias após a inoculação de fungo. No segundo ensaio, o potássio foi aplicado em duas vezes: na formação de folhas unifoliadas e 10 dias após inoculação do fungo dpm.

O preparo do inóculo foi feito segundo metodologia descrita por Yorinori (1994). A cultura do fungo foi mantida em tubos do ensaio com meio de cultura BDA, repicada para placas de Petri contendo o mesmo meio e incubadas a 27-28°C. Após cinco dias de incubação, quatro discos de micélio (5mm de diâmetro) foram transferidos para placas de Petri, contendo o meio de cultura BDA, com 100 a 150 palitos de dente, cortados a $\frac{1}{4}$ do tamanho normal, afinados em uma das extremidades. Os palitos foram dispostos verticalmente, ficando cerca de 5mm da extremidade afinada acima do meio, sendo o conjunto mantido a 27-28°C, durante cinco a sete dias. Os palitos colonizados pelo fungo foram introduzidos nas hastes, na altura do terceiro entre-nó, em 25 plantas por linha, das duas linhas centrais, inoculando-se assim 50 plantas em cada parcela. Foram efetuadas quatro avaliações em Pindorama e três em Batatais, contando-se o número de plantas mortas. A primeira avaliação foi efetuada aos 30 a 35 dias após a inoculação e as demais, com intervalo de sete dias.

Tabela 1. Análise de solo de Pindorama-SP e Batatais-SP, antes da aplicação de calcário, no ano agrícola 1998/99.

Localidade	pH	M.O.	K	Ca	Mg	Al	H + Al	V(%)
	(CaCl _{2a})	g/dm ³						
Pindorama	4,5	11,6	1,3	2,5	1,0	1,2	13,0	25,3
Batatais	4,2	26	0,9	1,0	1,0	1,4	20,0	6,7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento em Pindorama foi instalado no início de novembro e o de Batatais no final desse mês, com boa umidade no solo. Houve boa distribuição de chuvas durante o ciclo de soja, não havendo veranicos em janeiro ou fevereiro. Nos dois locais, à medida que se aumentou a dose de potássio de 60 a 120 kg/ha de K₂O, independente de V%, observou-se aumento na altura das plantas e na cobertura da superfície do solo nas entre linhas, evitando-se a formação de plantas daninhas. Nos tratamentos 0 e 180 kg/ha de K₂O a altura das plantas foi menor e não houve o desenvolvimento vegetativo devido à falta do elemento na testemunha e ao excesso no outro tratamento o que proporcionou efeito depressivo. Com V%=40, em Batatais, houve deficiência de magnésio, talvez devido ao desequilíbrio entre K, Ca, e Mg.

Em Pindorama, no ensaio 1, com três aplicações do potássio em cobertura, foi observada interação entre V% e os níveis de potássio (Tabela 2). Verifica-se que em presença de V%=40, maior número de plantas mortas nos tratamentos 0 e 180 kg/ha de K₂O, devido ao desequilíbrio entre Ca, Mg e K. Por outro lado, as porcentagens de plantas mortas nos tratamentos com 60 e 120kg/ha de K₂O são em número menor do que nas doses dos dois extremos. Dentro do V%=60, a porcentagem de plantas mortas foi semelhante para qualquer dose de potássio. Comparando-se as doses de potássio em presença de cada saturação de bases, observa-se que houve menor porcentagem de plantas mortas com fornecimento de 60 e 120kg/ha de K₂O, apenas em V%=40. Na Tabela 3 nota-se que o

Tabela 2. Porcentagem de plantas mortas do ensaio 1 em função da saturação de bases e adubação potássica. Pindorama-SP, 1998/99.

Níveis de K ₂ O	Plantas mortas (%)	
	V = 40%	V = 60%
0	59,00 a ¹	61,50 a
60	46,62 b	55,50 a
120	45,50 b	59,62 a
180	59,12 a	53,50 a
CV	19,5%	
R.Linear	NS	NS
R.Quad.	**	NS

(¹) Médias seguidas por letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Porcentagem de plantas mortas nas avaliações no ensaio 1 com três aplicações de KCl, em Pindorama-SP, no ano agrícola 1998/99.

Épocas de Avaliação	Média da % de plantas mortas
1	19,56 d ¹
2	50,00 c
3	70,81 b
4	78,81 a
CV	19,57%

(¹) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

número de plantas mortas crescente à medida em que foram feitas as avaliações, culminando com a mais alta média na 4ª avaliação.

Para peso de sementes, a análise de variância mostrou significância para V% e K. Desdobrando-se a análise, nota-se que o peso de sementes foi maior para V%=40 do que 60 (Tabela 4). No ensaio 2, houve

Tabela 4. Efeito de V% sobre o peso de sementes com aplicações de potássio, de potássio cobertura, no ensaio de Pindorama-SP, no ano agrícola 1998/99.

V	Peso de sementes (g)
40%	180,75 a
60%	145,69 b
CV	17,75%

(¹) Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

significância para V%, apenas com 60 kg/ha de K_2O a $V\%=40$ (Tabela 5) com menor % de plantas mortas.

Em Batatais (Tabela 6), tanto no ensaio 1 como no ensaio 2, houve interação entre os dois fatores, devido aos baixos teores de Ca, Mg e K, observados em análise do solo.

No ensaio 1, sem a adubação potássica houve maior número de plantas mortas, devido à deficiência de potássio nativo no solo. O mesmo pode ser inferido para a dose de 180kg/ha de K_2O ; mas pelo excesso deste causando o desequilíbrio entre Ca, Mg e K. As doses de 60 e 120 kg/ha de K_2O proporcionou menor porcentagem de plantas mortas a $V\%=40$ do que a 60. Dados semelhantes foram obtidos nos ensaio em Pindorama.

Para o ensaio 2, o melhor controle foi obtido com a aplicação de 120 kg/ha de K_2O em $V\%=40$, que teve menor porcentagem de plantas mortas. Na mesma forma que em Pindorama a porcentagem de plantas mortas sempre foi maior na última avaliação (Tabela 7).

Pelos dados obtidos pode-se constatar a possibilidade de redução da mortalidade de plantas de soja, do cultivar IAS-5, apenas com a manutenção de V% em 40% e com a aplicação de 60 ou 120 kg de K_2O /ha. Também, mesmo admitindo-se uma pequena redução no rendimento em grãos, a colheita ainda poderia ser viável devido à maior manifestação da doença no estágio fenológico R3/R4, na formação de vagens (Fehr *et al.*

Tabela 5. Porcentagem de plantas mortas no ensaio 2, em função de saturação da bases e adubação potássica. Pindorama-SP, 1998/99.

V	-----K ₂ O (kg/ha)-----			
	0	60	120	180
40%	69,75 a ¹	53,19 b	48,19 a	68,00 a
60%	73,75 a	60,19 a	53,69 a	75,25 a
CV	14,95%			

(¹) Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Efeito da interação V% x doses de potássio sobre a porcentagem de plantas mortas, em Batatais-SP, nos ensaios 1 (três aplicações) e 2 (duas aplicações), no ano agrícola 1998/99.

Níveis de K ₂ O kg/ha	3 aplicações		2 aplicações	
	V		V	
	40%	60%	40%	60%
	Plantas mortas (%)			
0	84,33 a	79,83 a	81,17 a	85,50 a
60	47,08 b	54,00 a	57,00 a	58,35 a
120	45,00 b	51,17 a	53,00 b	67,83 a *
180	82,50	80,83a	79,50 a	81,67 a
CV	8,48%		8,02%	
R.Linear.	NS	NS	NS	NS
R.Quad..	**	**	**	**

Médias seguidas por letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Porcentagem de plantas mortas nas três avaliações, com três e duas aplicações de potássio, em cobertura, nos ensaios 1 e 2, em Batatais, SP, no ano agrícola 1998/99.

Avaliação	Médias de plantas mortas	
	3 aplicações	2 aplicações
1	48,69 c ¹	53,56 c
2	65,97 b	72,43 b
3	82,12 a	85,50 a
CV	8,48%	8,04%

(¹) Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

1971). Como o ciclo das plantas é de apenas 110-120 dias, verifica-se uma situação de escape devido à duração do ciclo desse cultivar, o que não se observa em cultivares semi-precoces, médios e semi-tardios. Essas considerações vêm ao encontro dos resultados obtidos em casa de vegetação por Mascarenhas *et al.* (1998) e Rhoton (1989).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo financiamento deste projeto. Também à colaboração dos Engenheiros Agrônomos Carlos E. de Mello Jonas, Julio C. Cotian e Gustavo A. Gonçalves (Sementes Brejeiro, Orlândia-SP.) e pessoal de apoio: Paulo E. Magalhães, Luzia F. da Silva, Ocimar A. Alves, Nair A. dos Santos (Centro de Plantas Graníferas -IAC), Áurea S. Laurindo (Centro de Fitossanidade-IAC) e Carlos A. R. Raymundo (Estação Experimental de Pindorama-IAC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S.,

1971. Stage of Development Description for Soybeans *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v.1, n.6, p.929-931
- ITO, M.F.; TANAKA, M.A.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; DUDIENAS, C.; GALLO, P.B.; MIRANDA, M.A.C., 1993. Efeito Residual da Calagem e da Adubação Potássica Sobre a Queima Foliar (*Cercospora kikuchii*) da Soja. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.19, p.21-23.
- ITO, M.F.; TANAKA, M.A.S.; MIRANDA, M.A.C., 1994. Cancro da Haste da Soja por *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.20, p.44.
- ITO, M.F.; TANAKA, M.A.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; DUDIENAS, C.; GALLO, P.B.; MIRANDA, M.A.C., 1994. Efeito Residual da Adubação Potássica e da Calagem Sobre a Incidência de *Phomopsis* sp. em Sementes de Soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, p.44-49.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; BATAGLIA, O.C.; TISSELLI FILHO, O.; BRAGA, N.R.; SOAVE, J., 1976. Efeito da Adubação Potássica Sobre o Ataque da Soja pelo *Diaporthe phaseolorum* (CKJe; & ell.) Sacc .Var. Sojae (Lehman)Wehm. **Summa Phytopatologica**, Piracicaba, v.2, p.230-234.
- MASCARENHAS, H.A.A.; ITO, M.F.; TANAKA, R.T.; AMBROSANO, G.M.B.; MURAOKA, T.; CARMELLO, Q.A.C. , 1998. Influência da Calagem e da Adubação Potássica no Cancro da Haste da Soja. **Summa Phytopatologica**. v.24, p.156-160.
- PERRENOUD, S., 1977. Potassium and Plant Health, 2ed. Berne. International Potassium Institute, p.1-118.
- PERRENOUD, S., 1990. **Potassium and Plant Health**. 2.ed., Berne: International Potassium Institute, 363p.
- RHOTON, S.E., 1989. Soil Properties Role in Stem Canker Infection of Soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.81:44-46.
- YORINORI, J.T., 1994. Método do Palito de Dente, uma Seleção de Genótipos de Soja com Resistência ao Cancro de Haste. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 16, 1994. Dourados. Ata e Resumos, p.130-131.