

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DA SOJA
SOB DOSES DE POTÁSSIO NA REGIÃO DE
DOURADOS-MS NA SAFRA 2007/08**

RAFAEL BONIFÁCIO SABINO DORETO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD

633.34 Doreto, Rafael Bonifácio Sabino
D695f Ferrugem asiática e produtividade da soja sob doses de potássio na região de Dourados-MS na safra 2007/08. / Rafael Bonifácio Sabino Doreto. – Dourados, MS : UFGD, 2009.
42f.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Marlene Estevão Marchetti
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Ferrugem asiática. 2. Ferrugem da soja (Doenças) – Mato Grosso do Sul. 3. Fertilizante potássico. 4. Fungicidas. 5. Adubos e adubação. 6. Soja – Mato Grosso do Sul. I. Título.

**FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB
DOSES DE POTÁSSIO NA REGIÃO DE DOURADOS-MS
NA SAFRA 2007/08**

RAFAEL BONIFÁCIO SABINO DORETO
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: PROF^a DR^a. MARLENE ESTEVÃO MARCHETTI

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal da Grande Dourados, como parte
das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia – Produção
Vegetal, para obtenção do título de Mestre.**

**Dourados
Mato Grosso do Sul
2009**

**FERRUGEM ASIÁTICA PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB DOSES DE
POTÁSSIO NA REGIÃO DE DOURADOS-MS NA SAFRA 2007/08**

por


Rafael Bonifácio Sabino Doreto

**Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do
título de MESTRE EM AGRONOMIA**

Aprovada em: 29 / 10 / 2009



Profª Drª. Marlene Estevão Manchetti
Orientadora – UFGD/FCA



Prof Dr. Walber Luiz Gavassoni
Co-Orientador – UFGD/FCA



Profª Drª. Eulene Francisco da Silva
UFGD/FCA



Profª Drª. Lilian Maria Arruda Bacchi
UFGD/FCA



Prof Dr. Laércio Alves de Carvalho
UEMS

Dedico este trabalho aos meus pais
Nelson Lopes Doreto e Marli Aparecida
Sabino Lopes e as minhas irmãs Paula e
Mariana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai de infinita bondade pelo dom da vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade da realização do mestrado.

Aos professores Marlene Estevão Marchetti, Walber Luiz Gavassoni, Eulene Francisco da Silva e Manoel Carlos Gonçalves pela orientação e paciência.

A CAPES pela concessão da bolsa que custeou este projeto.

Aos técnicos laboratoriais Nilda, Dona Eva, Geise, Bruno, Priscila e aos técnicos auxiliares nos trabalhos de campo o Sr. Jesus, Niltinho, Samuel e Milton.

À minha família pela paciência e apoio.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela ajuda, incentivo e companheirismo.

A todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Efeito da nutrição mineral sobre as doenças de plantas.....	3
2.2 Ferrugem asiática da soja.....	5
2.3 Efeito do potássio sobre as doenças de plantas.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Área experimental.....	12
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	13
3.3 Implantação e desenvolvimento do experimento.....	14
3.4 Características avaliadas.....	14
3.4.1 Teor de nutrientes na folha.....	14
3.4.2 Incidência e severidade da ferrugem asiática.....	15
3.4.3 Produtividade e massa de 100 grãos.....	16
3.5 Análise estatística.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Teor foliar de nutrientes	18
4.2 Incidência de ferrugem asiática da soja em função de fungicida e adubação potássica.....	19
4.3 Severidade da ferrugem asiática da soja em função de fungicida e adubação potássica.....	25
4.4 Produtividade e massa de 100 grãos em função de fungicida e adubação potássica.....	28
5 CONCLUSÃO.....	30
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
QUADRO 1. Atributos químicos e físicos das amostras de Latossolo Vermelho Distroférico coletadas antes implantação do experimento na FAECA em Dourados-MS e, na Fazenda Sete de Ouro em Itaporã-MS.....	13
QUADRO 2. Teores foliares de macro e micronutrientes de soja em função da adubação potássica. Dourados – MS, 2009.....	19
QUADRO 3. Incidência de ferrugem asiática (%) no terço inferior, médio e superior de plantas de soja, com e sem aplicação de fungicida em cada avaliação após a emergência plantas. Dourados-MS, 2009.....	22
QUADRO 4. Resumo das análises de regressão linear usadas no ajuste dos modelos epidemiológicos (Logístico, Monomolecular e Gompertz) para incidência de ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja, sob doses de potássio com e sem aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.....	23
QUADRO 5. Área foliar lesionada pela ferrugem asiática no terço médio e superior das plantas de soja, com e sem aplicação de fungicida, em cada avaliação após a emergência plantas. Dourados-MS, 2009.....	27
QUADRO 6. Área abaixo da curva de progresso da doença no terço médio e superior, com e sem aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.....	28
QUADRO 7. Produtividade e massa de 100 grãos de soja em função da aplicação de fungicida. Dourados – MS, 2009.....	29

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Sinais e sintomas de ferrugem asiática nas folhas de soja.....	6
FIGURA 2. Precipitação pluviométrica total em cada decêndio na área experimental, no período de novembro de 2007 a março de 2008. Dourados-MS, 2009. Dados adaptados da estação meteorológica da UFGD.....	12
FIGURA 3. Escala diagramática para ferrugem da soja.....	15
FIGURA 4. Incidência de ferrugem asiática (%) no terço inferior das plantas de soja aos 58 e 65 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.....	21
FIGURA 5. Incidência de ferrugem asiática (%) no terço superior das plantas de soja aos 72, 79, 86 e 93 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.....	24
FIGURA 6. Área foliar lesionada por ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja aos 72, 79 e 86 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.....	25
FIGURA 7. Área foliar lesionada por ferrugem asiática no terço superior das plantas de soja aos 79, 86 e 93 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.....	27
FIGURA 8. Produtividade e massa de 100 grãos em função da adubação potássica, com e sem aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.....	29

RESUMO

Doreto, Rafael Bonifácio Sabino. Universidade Federal da Grande Dourados, junho de 2009. **Ferrugem asiática e produtividade da soja sob doses de potássio na região de Dourados-MS na safra 2007/08.** Orientadora: Marlene Estevão Marchetti. Co-Orientador: Walber Luiz Gavassoni.

Entre os principais fatores que limitam a produtividade, a lucratividade e o sucesso da produção de soja destacam-se as doenças, principalmente a ferrugem asiática, que tem sido considerada uma das mais importantes por causar perdas na produtividade de grãos de 10% a 75%. Dentre os nutrientes, o potássio é citado como um dos que exerce mais influência sobre as doenças da soja, por ser crucial em muitas reações metabólicas da planta. Assim, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o efeito da adubação potássica sobre a incidência e severidade da ferrugem asiática, teores de nutrientes, e produtividade da cultura da soja na região de Dourados-MS na safra 2007/08. O experimento foi conduzido em Dourados-MS num Latossolo Vermelho Distroférico, cultivado em sistema de semeadura direta sobre palhada de milho. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com seis repetições onde os tratamentos foram alocados em parcelas subdivididas (parcelas - cinco doses de K_2O (0, 40, 80, 120 e 160 $kg\ ha^{-1}$) e subparcelas (presença e ausência de aplicação de fungicida azoxystrobin+ciproconazole). Foram avaliados os teores de nutrientes nas folhas, incidência e severidade da ferrugem asiática, produtividade e a massa de 100 grãos. A adubação potássica não teve efeito nos teores foliares de nutrientes. A aplicação de fungicida foi essencial para redução da incidência e severidade da ferrugem asiática e, aumento da produtividade e massa de 100 grãos na cultura da soja. Quando não houve aplicação de fungicida, a produtividade foi reduzida 22%, ou seja, 574,1 $kg\ ha^{-1}$. O mesmo ocorreu com a massa de 100 grãos que reduziu 18,6 %. A aplicação de fungicida e a dose de 80 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O foram promissoras em diminuir os efeitos deletérios da ferrugem asiática com relação incidência no terço médio e superior e, severidade no terço superior das plantas de soja. Na ausência do fungicida foram necessárias adubações potássicas mais elevadas (maior que 120 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) para obtenção de produtividade acima de 2.000 $kg\ ha^{-1}$.

Palavras chave: *Phakopsora pachyrhizi*, nutrição mineral, adubação, fungicida

ABSTRACT

Doreto, Rafael Bonifácio Sabino, Universidade Federal da Grande Dourados, June, 2009. **Asian soybean rust severity and soybean yield under different levels of potassium fertilization in the region of Dourados-MS Brazil, 2007/08 cropseason.** Adviser: Marlene Estevão Marchetti. Co-Adviser: Walber Luiz Gavassoni.

Among the main factors that limit the productivity, profitability and success of soybean production there are distinguished the diseases, particularly asian soybean rust, which has been considered one of the most important cause of soybean losses. Potassium is cited as one that has a major impact on soybean diseases due to fact that is crucial in many metabolic reactions. Thus, the objective this research was to evaluate the effect of potassium fertilization on incidence and severity of asian soybean rust, nutrient content on leaves, and productivity under field conditions in Dourados – MS, Brazil. The experiment was lead in Dourados-MS in Oxisol (Typic Haplustox), cultivated on no-tillage system on corn mulching. The experimental design chosen was Randomized block with six replications, and the treatments were arranged in split-plots (plots - five K₂O rates (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹) using as fertilizer the potassium chloride (KCl) and subplots (presence and absence of fungicide sprays with azoxystrobin+ciproconazole)). The nutrient content in the leaves, incidence and severity asian soybean rust, productivity and weight of 100 grains were analyzed. Potassium fertilization had no effect on nutrient content. Fungicide application was essential to reduce the incidence and severity of asian soybean rust and increase productivity and weight of 100 grains. Without fungicide application, productivity was reduced 22% (574.1 kg ha⁻¹), and the weight of 100 grains decreased 18.6%. The rate of 80 kg ha⁻¹ K₂O in presence of fungicide application was promising to reduce the deleterious effects of asian soybean rust on incidence of the middle third and upper third and severity in the upper third of the soybean plants. When fungicide was not sprayed rates greater than 120 kg ha⁻¹ of K₂O were needed in order to achieve higher yields.

Key words: *Phakopsora pachyrhizi*, mineral nutrition, fertilization, fungicide

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constitui um dos produtos agrícolas de maior importância para a economia em todo o mundo. No ano agrícola 2007/08 foram produzidos cerca de 221 milhões de toneladas, das quais os Estados Unidos produziram 71 milhões de toneladas, segundo o relatório do Departamento de Agricultura (USDA), mantendo-se como o maior produtor mundial, seguido do Brasil com produção em torno de 59 milhões de toneladas (CONAB, 2008). Na safra 2008/2009 estima-se uma produção de 58 milhões de toneladas de grãos, obtendo-se uma produtividade média de 2.661 kg ha⁻¹ (CONAB, 2009).

Entre os principais fatores que limitam a produtividade, a lucratividade e o sucesso da produção de soja destacam-se as doenças. Mundialmente, são listadas mais de 100 doenças na cultura da soja, das quais aproximadamente 40 já foram identificadas no Brasil (YORINORI, 1997). Porém, dentre todas as doenças, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.Syd, tem sido considerada uma das mais importantes.

Plantas de soja severamente infectadas com a ferrugem asiática apresentam desfolha precoce, o que compromete a formação, enchimento de vagens e a massa final dos grãos (YORINORI e LAZZAROTTO, 2004). Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de produtividade e de qualidade. Devido à facilidade de disseminação e a virulência do patógeno e, pelo montante de perdas que tem causado, sua epidemia tem atingido níveis que frequentemente inviabilizam a colheita, causando perdas de até 80% na produtividade da soja (KAWUKI et al., 2003; BEDIN et al., 2008). Devido seu potencial destrutivo, essa doença vem mobilizando a comunidade científica em busca do desenvolvimento de tecnologias capazes de atenuar os danos ocasionados na cultura da soja.

O equilíbrio nutricional da planta pode interferir de modo expressivo na manifestação dos sintomas das doenças de plantas. A interação de elementos nutricionais pode influenciar a reação das plantas à infecção por patógeno de forma a aumentar o nível de defesa, ou favorecer a ocorrência de doenças. A redução do inóculo e da taxa de progresso de doenças pode ser alcançada pela disponibilização de nutrientes, seja por meio de fornecimento direto dos nutrientes, ou por práticas culturais que melhorem a absorção ou a interação com o ambiente (BALARDIN et al., 2006).

Dentre os nutrientes, o potássio (K) é citado como um dos que tem maior influência sobre as doenças da soja, por ser crucial em muitas reações metabólicas da planta. O fornecimento equilibrado de potássio à planta diminui a incidência de doenças em razão do aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de alguns patógenos (PERRENOUD, 1990). Além de aumentar a espessura da parede celular, o K proporciona maior rigidez dos tecidos, regulação funcional dos estômatos e promovem a rápida recuperação dos tecidos que sofreram injúria (MARSCHNER, 1995).

No manejo da ferrugem asiática tem sido adotadas estratégias como o controle químico e semeadura antecipada de cultivares de ciclo precoce. Considerando sua gravidade, diversos estados adotaram o “vazio sanitário”, período de 60 a 90 dias sem plantas de soja no campo, visando reduzir a quantidade de inóculo (esporos) na entressafra da cultura. Neste contexto, a adubação potássica poderia ser uma estratégia aditiva, no sentido de reduzir o dano da ferrugem asiática na cultura da soja.

Assim, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o efeito da adubação potássica sobre a incidência e severidade da ferrugem asiática, teores de nutrientes e, produtividade da cultura da soja na região de Dourados-MS na safra 2007/08.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Efeito da nutrição mineral sobre as doenças de plantas

Vários fatores influenciam a ocorrência de doenças nas plantas. Além da suscetibilidade varietal, de modo geral, a nutrição mineral é citada como um dos mais importantes e, dentre os demais fatores o mais facilmente manipulável (MARSCHNER, 1995; PERRENOUD, 1990). O desequilíbrio de nutrientes no solo pode predispor as plantas à infecção por microrganismos patogênicos, sendo que o fornecimento do elemento mineral em quantidade, forma, e momento adequados pode aumentar a capacidade da planta em reagir contra a infecção e/ou colonização pelo patógeno.

Muitas vezes é difícil visualizar os efeitos da nutrição nas doenças pois, resistência não é a ausência de doença, e sim, a capacidade de evitar ou atrasar a entrada ou a subsequente atividade de um patógeno (AGRIOS, 1997). Por isso, não se espera que simplesmente com a aplicação de um nutriente mineral se vá obter plantas completamente saudas, isentas de doenças, o intuito muitas vezes é diminuir o dano potencial à produtividade.

São vários os estudos que mostram o efeito adicional de fertilizantes na redução da severidade de doenças nas plantas. Analisando o efeito do microclima e da nutrição mineral na ferrugem asiática, Debona et al. (2008) observaram que nas plantas sombreadas a severidade aumentou com o aumento das doses de Ca até 250 kg ha⁻¹. Já, em plantas de soja que não foram sombreadas houve redução da severidade da doença com o aumento da dose de Ca até 250 kg ha⁻¹. Os mesmos autores salientam que um manejo que otimize a penetração de radiação solar no dossel da planta aliado a uma nutrição adequada pode contribuir para a redução da severidade da ferrugem da soja.

O desequilíbrio nutricional pode reduzir a quantidade de compostos fenólicos, inibidores do desenvolvimento de pragas e doenças. Pode também, levar ao aumento de compostos de baixo peso molecular livres no floema como aminoácidos livres, glicose e sacarose principalmente em razão da deficiência de K nas plantas (HUBER e ARNY, 1985; PERRENOUD, 1990; MARSCHNER, 1995).

A nutrição pode atuar diminuindo ou aumentando as doenças pelo efeito sobre espessura das estruturas anatômicas das plantas como a epiderme e cutícula. Pode também atuar na composição química dessas estruturas através da maior ou menor

lignificação, suberização ou silificação. Estas barreiras físicas em geral são capazes de atrasar a penetração, porém, por vezes o patógeno é capaz de romper estas barreiras.

Um dos elementos minerais que se destaca em termos de redução de doenças de plantas é o silício (EPSTEIN, 1999). Na cultura do arroz os primeiros trabalhos demonstrando o efeito do Si na brusone (*Pyricularia grisea* Sacc. Cavara [teleomorfo: *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr] datam da década de 1920 conforme observado em revisão bibliográfica feita por Rodrigues e Datnoff, (2005). Contudo o efeito do Si não se restringe a gramíneas, que são plantas costumeiramente acumuladoras de silício, sendo observado efeito benéfico de Si em controle de podridão de raiz em cucurbitáceas (CHÉRIF et al., 1992), cancro da haste em soja (LIMA, 1998) e pinta-preta em roseira (GILLMAN et al., 2003).

Além disso, a nutrição atua na composição bioquímica das plantas. O metabolismo secundário pode produzir diversos compostos bioquímicos capazes de impedir ou atrapalhar o desenvolvimento de certos patógenos. Estes compostos estão didaticamente divididos em compostos pré-formados, ou seja, presentes na plantas mesmo antes do contato planta x patógeno, dentre os quais se pode citar alguns fenóis, alcalóides, lactonas insaturadas, glicosídeos fenólicos e cianogênicos e fototoxinas. Além destes, as plantas dispõem de compostos formado após o contato com o patógenos sendo os mais conhecidos: quitinases, β -1,3-glucanases, fitoalexinas (PASCHOLATI e LEITE, 1995). Além disso, a presença de exsudatos na superfície dos órgãos das plantas atua como estimulante à germinação de esporos de fungos, e contribui sobremaneira para o sucesso da infecção de inúmeros patógenos. Como se sabe também, a quantidade de exsudatos depende da concentração de aminoácidos solúveis e de açúcares solúveis nas células, e é comum o aumento da concentração destes compostos solúveis em plantas deficientes em K (MARSCHNER, 1995).

Além do Si tem-se a ação dos demais nutrientes. Nam et al. (2006) pesquisando o efeito de N, P, K e Ca sobre antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em morangueiro cultivado em sistema hidropônico observaram que as doses maiores de N e Ca elevaram o nível de doença, ao contrário de P e K. Já Kanto et al. (2007) avaliando o oídio [*Sphaerotheca aphansis* (Wallr.) Braun var. *aphansis*] em morangueiro fertilizado com silicato de potássio, observaram efeito supressivo do tratamento sobre a doença de 85,6% e 60,2% no primeiro e segundo ano de avaliações, respectivamente, na cultivar Toyonoka, enquanto que na cultivar Sachinoka o efeito supressivo foi de 58% e 40,6% no primeiro e segundo ano, respectivamente.

2.2 Ferrugem asiática da soja

De todas as doenças que infectam a cultura da soja, a que tem recebido maior atenção por parte dos pesquisadores e sojicultores é a ferrugem asiática. Devido à fácil dispersão por meio do vento, capacidade de desfolha e amplo número de hospedeiros alternativos de que esse patógeno dispõe, esta doença tem causado perdas na produtividade da soja de até 80% na Austrália e 90% na Índia, sendo mais danosa quanto mais cedo for detectada na planta (BROMFIELD, 1984).

No Brasil, a ferrugem asiática foi primeiramente identificada na safra 2000/01 no estado do Paraná. Antes disso, havia a ocorrência esporádica de uma doença com sintoma parecido, a qual após análises genéticas feitas nos EUA nas amostras de 2001 constatou ser de *Phakopsora meibomia*, a qual se denominou de ferrugem “americana” (YORINORI et al., 2004). Na safra seguinte (2001/02) a ferrugem foi constatada nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, atingindo já no segundo ano de ocorrência, cerca de 60% da área plantada de soja, causando perdas na produtividade de 10% a 75% (YORINORI e LAZZAROTTO, 2004).

Na safra 2002/03 já estava presente em todas as regiões produtoras de soja do Brasil (YORINORI et al., 2005). Nesta safra, levantamentos de perdas e comparações com dados de área e de produção da Companhia Nacional de Abastecimento mostraram que a ferrugem causou danos na produtividade de grãos estimados em 569 mil toneladas ou o equivalente a uma perda de US\$ 125,50 milhões. Os produtores estavam totalmente despreparados contra a ferrugem e a maioria das aplicações de fungicidas foi feita tardiamente (YORINORI e LAZZAROTTO, 2004). Não havia produtos registrados para ferrugem da soja e 80% das aplicações para controle das doenças de final de ciclo eram feitas com produtos do grupo dos benzimidazóis, que não são eficientes no controle da ferrugem.

Na safra 2003/04 os prejuízos acumulados foram de mais de US\$ 2 bilhões de dólares (HENNING e GODOY, 2006). Assim, contabilizando os prejuízos relativos à diminuição na produtividade da soja, gastos com o controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) e o impacto na receita tributária até a safra 2007/08, a ferrugem asiática representou perdas de US\$ 10 bilhões (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2008).

O fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da ferrugem asiática, se adapta a condições de temperatura entre 15 e 30 °C com pelo menos 6 horas de molhamento foliar (ALVES et al., 2006; BONDE et al., 1997; MELCHING et al., 1989; MARCHETTI et al., 1976). Estudos conduzidos no Brasil demonstraram que esse fungo tem a germinação otimizada com temperatura entre 15 e 25 °C e forma apressórios entre 12 e 25 °C, e o molhamento foliar a partir de 6 horas até 12 horas aumentou linearmente a germinação de esporos (DEL PONTE e ESKER, 2008; ALVES, 2007). Os mesmos autores relatam que após a infecção ter sido estabelecida, a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento está entre 23 e 30 °C e acima de 35 °C a colonização é paralisada. Os dados climáticos de adaptação de *P. pachyrhizi* explicam em grande parte sua rápida expansão e danos causados, pois como se sabe, a soja no Brasil é cultivada na época mais quente do ano, e com chuvas frequentes.

Os primeiros sintomas geralmente iniciam-se nas folhas inferiores da planta, pois é a região que em geral apresenta microclima mais favorável à infecção e colonização pelo fungo (DEL PONTE & ESKER, 2008). Os sintomas são caracterizados por minúsculos pontos (1-2 mm de diâmetro) mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Por ser um fungo biotrófico as lesões não são facilmente visíveis, no início da infecção, necessitando para melhor visualização observar o ponto escuro pela face inferior (abaxial) da folha verificando, com uma lupa de 10x a 30x de aumento, ou sob microscópio estereoscópico, a presença de urédias (EMBRAPA, 2003). À medida que ocorre a morte dos tecidos infectados, as manchas aumentam de tamanho (1-4 mm) e adquirem coloração castanho-avermelhada. Com o passar do tempo as urédias, também chamadas de “pústulas”, adquirem cor castanho-clara a castanho-escura, abrem-se por um minúsculo poro, para liberar os uredosporos, inicialmente de coloração hialina (cristalina) que se tornam bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são dispersos pelo vento (Figura 1) (EMBRAPA, 2003).



FIGURA 1. Sinais e sintomas de ferrugem asiática nas folhas de soja (a, b), vista panorâmica do experimento (c).

Para distinguir da pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), costuma-se verificar a presença de urédias com poros abertos. Já para distinguir da mancha parda (*Septoria glycines*) observa-se um halo amarelo ao redor da lesão necrótica, que é angular e castanho-avermelhada, semelhança esta que pode ter feito com que a ferrugem não fosse identificada em muitas lavouras e regiões onde não houve registro na safra 2001/02. Outra doença com que a ferrugem pode ser confundida é o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*) (EMBRAPA, 2003).

No momento, nenhum programa de melhoramento possui cultivares com suficiente resistência genética que dispensem o uso de fungicidas para o controle da doença apesar de inúmeras pesquisas (KOGA et al., 2007; HARTMAN et al., 2005). A pulverização com fungicidas é o método de controle mais indicado para essa enfermidade, no entanto, o sucesso dessa prática é condicionado à identificação precoce da doença e pulverizações em estádios adequados da cultura.

Avaliando a aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática na safra de 2003/04, Barros et al. (2008) verificaram reduções significativas de 91,6 e 97,5% na severidade de ferrugem asiática, e de 100 e 87% na porcentagem de desfolha nas cultivares Vencedora e Conquista, respectivamente, quando se fez três aplicações (R4, R5 e R6) da mistura dos fungicidas (pyraclostrobin + epoxiconazole). Observaram também retardamento do ciclo, redução na porcentagem de abortamento de vagens e aumento na massa de 100 grãos.

Objetivando avaliar os efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas registrados para a cultura da soja no controle da ferrugem causada por *P. pachyrhizi*, em casa de vegetação, Godoy & Canteri (2004) observaram que, dos fungicidas testados, os pertencentes aos grupos estrobilurinas e triazóis, sozinhos e em misturas, são eficientes no controle do patógeno.

O estágio fenológico é relevante no manejo das doenças foliares da soja, assim Navarini et al. (2007) testando a eficiência de fungicidas em diferentes estádios fenológicos da planta de soja observaram que o grupo das estrobilurinas aplicados no estágio R1 apresentaram o melhor desempenho, e o controle executado preventivamente possibilitou a maior efetividade. Silva Júnior et al. (2009) observaram que a aplicação de pyraclostrobin + epoxiconazole em R1 proporcionou o controle efetivo da doença, no entanto, aplicações mais tardias em R5 e R6 permitiram elevada severidade. O tratamento com pyraclostrobin + epoxiconazole apresentou a maior eficiência no

controle da ferrugem asiática com a menor área abaixo da curva de progresso do número de lesões por folha (AACPLF).

Estudando a eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina-PR, Godoy et al. (2009) observaram que tanto na safra 2005/06 como 2006/07, o tratamento com aplicações sequenciais, em R2 e R5.1, foi o mais eficiente na redução da severidade e da área abaixo da curva de progresso da doença e apresentou a maior produtividade. No entanto, as aplicações realizadas com níveis elevados de severidade, ao redor de 50%, apresentaram produtividade igual à testemunha não tratada.

Outras medidas podem ser tomadas como mitigadoras do risco de danos econômicos, por exemplo, o uso da estratégia de escape, semeando cultivares precoces no início da época de semeadura. Paralelo a isso, se pode eliminar da área hospedeiros de *P. pachyrhizi*, sendo o principal a soja tigüera. No entanto, tais medidas não asseguram a inexistência de inóculo no momento da semeadura, visto que, a sobrevivência pode também ocorrer em hospedeiros alternativos, pois *P. pachyrhizi* infecta 95 espécies de plantas em mais de 42 gêneros (YORINORI, 1997).

A falta de conhecimento adequado sobre a ferrugem asiática por parte de muitos produtores e de profissionais da assistência técnica, e pela extensão da área de cultivo da soja no Brasil, faz prever que muitas perdas ainda ocorrerão nos próximos anos, por falta de controle da doença. No estado do Mato Grosso do Sul isto é ainda mais preocupante devido à monocultura, e, acima de tudo, o clima é favorável ao desenvolvimento da ferrugem. Por outro lado, o controle químico continuado por muitos anos, poderá trazer conseqüências sérias ao ambiente e a produtividade da soja, pela possibilidade do desenvolvimento de tolerância do fungo da ferrugem aos fungicidas utilizados. Portanto, devem ser consideradas alternativas de manejo que aumente a tolerância da cultura da soja ou, que diminuam a severidade dessa doença, como por exemplo, o manejo da nutrição mineral de plantas. O potássio e o cálcio são os principais macronutrientes interferentes na susceptibilidade das plantas a patógenos, pois causam as maiores mudanças bioquímicas e estruturais que influenciam os patógenos (PERRENOUD, 1990; SILVEIRA e HIGASHI, 2003). Dentre os dois nutrientes, o K parece ser o mais promissor no auxílio à redução da severidades de doenças.

2.3 Efeito do potássio sobre as doenças de plantas

O equilíbrio adequado de K resulta em diminuição do efeito das doenças por diversas razões, dentre as quais cita-se maior rigidez da estrutura dos tecidos, adequado funcionamento de estômatos e maior rapidez na recuperação de tecidos danificados por microrganismos (MARSCHNER, 1995). Huber e Arny (1985) também observaram maior acúmulo de fitoalexinas e fenóis próximos ao sítio de infecção com a presença de K, conferindo maior resistência às plantas. Isto vem sendo observado há alguns anos nas mais diversas culturas. O fato de plantas deficientes em K serem mais suscetíveis a doenças do que as mesmas plantas com níveis adequados de K indicam que o efeito do K na supressão de doenças de plantas está mais relacionado com a resistência do hospedeiro do que diretamente com o patógeno (FAGERIA et al., 2007). Adeniji e Obigbesan (1976) utilizando como adubação NPK concluíram que o K foi o elemento mais importante quanto a redução da bacteriose na mandioca (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*).

Analisando a influência do P e K na severidade da ferrugem asiática da soja em casa de vegetação, Balardin et al. (2006) observaram influência significativa da nutrição da planta, reduzindo tanto a severidade final como a taxa de progresso da ferrugem com o aumento nos níveis de P e K, para os estádios e cultivares testados. No estágio fenológico V2, a variação de 0 a 140,0 kg ha⁻¹ K conferiu uma redução na taxa e progresso da ferrugem de 0,43 para 0,27. A variação de 0 a 170,0 kg ha⁻¹ de P reduziu a taxa de progresso de 0,42 para 0,29. A influência do K foi mais pronunciada que a do P quando observadas a severidade e a taxa de progresso da ferrugem, ambos em baixas quantidades. Segundo esses autores, a associação de cultivares com resistência parcial elevada e nutrição mineral equilibrada, são elementos para um programa de manejo integrado que possibilitam maior eficiência no controle da ferrugem da soja, em adição às estratégias com base na evasão e proteção.

Todavia, o excesso de K é bastante prejudicial pois pode levar ao desequilíbrio das relações K:Mg e K:Ca, que pode reduzir a formação da laméla média pela falta de Ca. Além disso, o excesso de K interfere nas funções de rotina da membrana plasmática, causando vazamento de solutos além de distúrbios na formação de proteínas, no uso do ATP para as sínteses em geral (MALAVOLTA, 2006). Avaliando a intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro, Pozza et al. (2000)

observaram que doses elevadas de K, em solução nutritiva, aumentaram sua incidência em mudas de cafeeiro.

O efeito da adubação potássica depende da doença e da dosagem do fertilizante, Tutida (2006) trabalhando com ameixeira cultivar “Reubennel” testou cinco doses de N e duas de K nas doenças mais comuns na região de Araucária – PR, sendo elas: furo de bala (*Wilsonomyces carpophilus*), podridão parda (*Monilinia fructicola*) e sarna (*Cladosporium carpophyllum*) e observaram que o K na dose de 110 kg ha⁻¹ reduziu a incidência de sarna nas duas safras avaliadas. Já no caso da podridão parda a doença foi reduzida na metade da dose (55 kg ha⁻¹). No entanto, o furo de bala não sofreu influência do K, assim como não se verificou interação entre N e K. Com o objetivo de avaliar a adubação potássica e nitrogenada na incidência e severidade da podridão parda e sarna da ameixeira, May-de-Myo et al. (2008) observaram que na dose de K de 110 kg ha⁻¹ ano⁻¹ reduziu a severidade de sarna nos frutos de 21,2% e não influenciou a podridão parda. Em soja, Mascarenhas et al. (1997) observaram redução da severidade de cancro da haste com o aumento das doses de K₂O até 160 mg dm⁻³.

Os resultados da literatura são controversos devendo ser estudado caso a caso, Basseto et al. (2007) analisando a severidade da mela da soja causada por *Rhizoctonia solani* em função de doses de K concluíram que, sob condições de casa de vegetação, o incremento de K no solo não resultou no controle da mela da soja. Além disso, deficiência de K é conhecida por prejudicar a síntese de compostos de alto peso molecular na célula como proteínas, amido e celulose, que dá origem à acumulação de compostos de baixo peso molecular, tais como açúcares e aminoácidos, o que pode fornecer uma fonte nutricional disponível para o ataque do patógeno as planta (Fageria et al., 2007).

Zinsou et al. (2004) testando o efeito de adubação potássica, consorciação, época de plantio e a combinação destes fatores na severidade de bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* (Berthet & Bondar) Dye) em duas cultivares de mandioca (resistente e susceptível a doença), observaram que a fertilização exclusiva com K não trouxe benefícios quanto à redução da severidade da doença. A razão para a maior incidência de danos por insetos e patógenos em plantas deficientes em K é ainda um objeto de discussão. Em partes pode estar associado à função de K na espessura de paredes externas das células epidérmicas, proporcionando uma proteção contra infecção (Fageria et al., 2007).

Com relação à ferrugem, em estudo conduzido no campo para investigar os efeitos do Ca, K, Cl, B e Mn na severidade da ferrugem asiática da soja, Schneider et al. (2008) observaram que houve atraso na incidência e redução na taxa de desenvolvimento da doença, quando a cultura foi adubada em pré plantio com KCl e CaCl_2 , não havendo efeito para os micronutrientes. Apesar de não controlar a doença com nutrientes minerais, seus resultados mostraram que a severidade e a taxa de progresso da doença foram atenuados, e mais, é possível que o número de aplicações dos fungicidas possa ser reduzido conjuntamente com esta prática cultural de manejo. Com relação à ferrugem na soja, Levy (2002) verificou que a aplicação de cloreto de potássio ou nitrato de potássio, reduziu a severidade da ferrugem asiática. Em lavoura comercial de soja foi constatado por Zancanaro (2004) diferenças de severidade da ferrugem em razão de falhas na distribuição do adubo potássico quando aplicado a lanço, no entanto, não foram realizadas análises estatísticas para constatar se essas diferenças foram significativas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

Foram desenvolvidos dois experimentos durante a safra 2007/2008, um no município de Dourados – MS, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias – FAECA da Universidade Federal da Grande Dourados, nas coordenadas 22° 14' de latitude Sul e 54° 49' de longitude Oeste com altitude de 450 m. O outro experimento foi implantado na Fazenda Sete de Ouro, nas coordenadas 21° 50' de latitude Sul e 54° 52' de longitude Oeste, no município de Itaporã-MS, com altitude de 319 m.

O clima da região é do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen (mesotérmico úmido, com verão chuvoso) (AYOADE, 1986). As precipitações pluviiais e temperatura média na região durante o ciclo da cultura da soja são apresentadas na Figura 2.

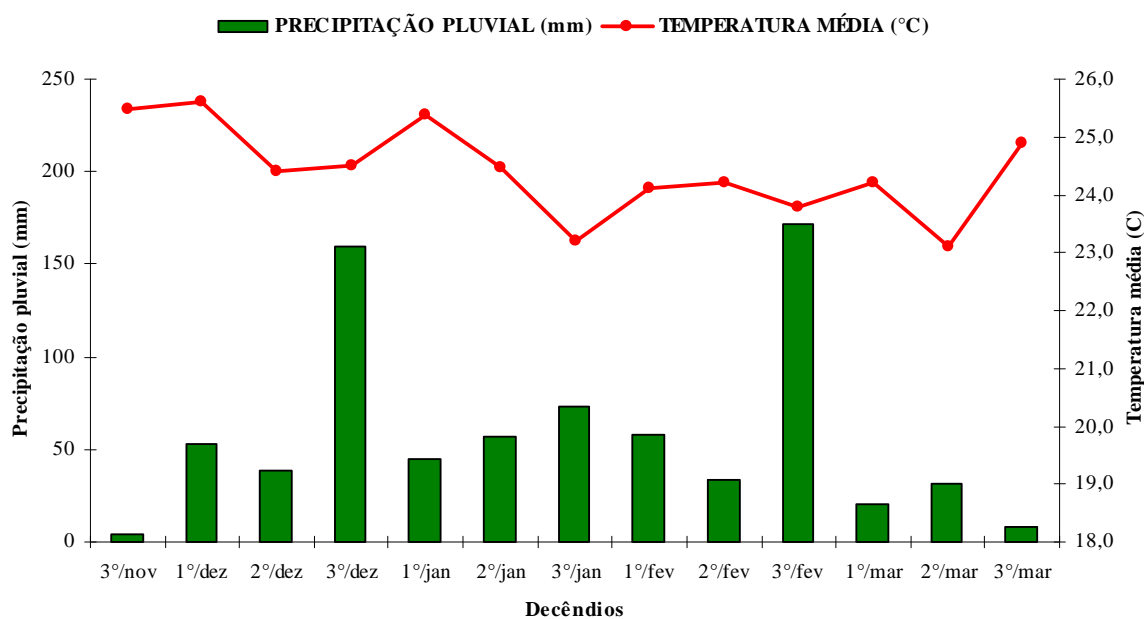


FIGURA 2. Precipitação pluviométrica total em cada decêndio, no período de novembro de 2007 a março de 2008. Dourados-MS, 2009. Dados adaptados da estação meteorológica da UFGD.

Foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0 – 20 cm para as análises das características físicas e químicas, as quais foram realizadas no Laboratório de Solos da UFGD, e analisadas segundo metodologia da EMBRAPA (1997). Os solos

foram classificados como Latossolo Vermelho Distroférico e apresentados os atributos conforme o Quadro 1.

QUADRO 1. Atributos químicos e físicos das amostras de Latossolo Vermelho Distroférico coletadas antes implantação do experimento na FAECA em Dourados-MS e, na Fazenda Sete de Ouro em Itaporã-MS.

Características físicas e químicas	FAECA	Fazenda Sete de Ouro
M.O. (g dm ³)	37,0	26,6
pH (CaCl ₂)	5,0	5,3
P (mg dm ⁻³)	7,0	23
K (mmol _c dm ⁻³)	5,1	9,6
Ca (mmol _c dm ⁻³)	69,2	86,7
Mg (mmol _c dm ⁻³)	31,0	20,9
Al (mmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	58,0	36,9
SB (mmol _c dm ⁻³)	105,3	117,2
T (mmol _c dm ⁻³)	163,3	154,1
V %	64	76
Areia (g kg ⁻¹)	153	403
Silte (g kg ⁻¹)	203	136
Argila (g kg ⁻¹)	644	461

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi o de blocos completos casualizados, com arranjo dos tratamentos em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições no estudo implantado na FAECA, e nove repetições na Fazenda Sete de Ouro.

Nas parcelas foram colocadas as cinco doses de potássio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O) no estágio fenológico V5, aplicado manualmente a lanço sobre a cultura, utilizando como fonte o adubo KCl. As subparcelas consistiram de presença e ausência de aplicação de fungicida, tendo sido feitas três aplicações (51, 66 e 81 DAE) da mistura comercial Piori Xtra a base do fungicida azoxystrobin+ciproconazole 0,3 L ha⁻¹ do produto comercial juntamente com adjuvante o óleo mineral Nimbus® recomendado na dose de 0,5% do volume.

3.3 Implantação e desenvolvimento do experimento

Nos dois locais, as sementes foram realizadas no sistema de semeadura direta sobre palhada de milho, tendo sido realizada a dessecação na área 15 dias antes da semeadura com a aplicação da mistura glifosato + clorimuron-ethyl na dose de 3 L ha⁻¹ e 60 g ha⁻¹ de produtos comerciais, respectivamente, para o controle das plantas daninhas.

As sementes da soja foram realizadas nos dias 21/11/2007 na Fazenda Sete de Ouro, e 22/11/2007 na FAECA. As parcelas tinham 3,15m de largura por 12,0m de comprimento, perfazendo 37,8 m² de área total. Na semeadura foram realizados os mesmos procedimentos em ambas as áreas experimentais onde foram aplicados 490 kg ha⁻¹ de superfosfato simples. A cultivar utilizada foi CODETEC 214 RR, de ciclo precoce, devidamente tratada com fungicidas metalaxil+fludioxonil, (1ml de p.c. kg⁻¹ de semente), e inseticida imidaclopride, produto comercial (2,5 ml de p.c. kg⁻¹ de semente) para controle de doenças e pragas de solo, respectivamente. Após tratamento as sementes foram inoculadas com inoculante líquido calculado para se obter 1.10⁶ células por semente. A semeadora foi regulada para se obter uma população de 350 mil plantas ha⁻¹.

Durante todo o período experimental foi monitorada a incidência de pragas e o controle populacional feito através de três pulverizações de inseticidas, sendo duas de endossulfan (0,8 e 1,5 L ha⁻¹) e uma com cipermetrina (0,1 L ha⁻¹). Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, foram feitas duas aplicações de glifosato na dose de 2,5 L ha⁻¹.

As pulverizações foliares dos tratamentos foram realizadas sempre com temperatura inferior a 30°C e umidade relativa do ar acima de 60 %, no período da manhã ou no final da tarde, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado com gás carbônico (CO₂), para obtenção de vazão constante de 140 L ha⁻¹ de calda.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Teor de nutrientes na folha

No estágio fenológico R2 foram coletados 20 trifólios por subparcela, os quais foram lavados com água de torneira, sem qualquer tratamento e, em seguida com água destilada. Após a lavagem, as folhas foram secas em estufa com circulação forçada de

ar, com temperatura em torno de 55 °C. Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos.

Nos tecidos foliares foram determinados os teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn e Fe de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.4.2 Incidência e severidade de ferrugem asiática

A partir da detecção de ferrugem na bordadura da área experimental da FAECA, coletou-se semanalmente (sete em sete dias) folíolos centrais de trifólios do terço inferior, médio e superior da planta, em número de 20 em cada subparcela. As amostras foram levadas ao Laboratório de Fitopatologia da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD onde se determinou o número de folíolos com presença de ferrugem e calculou-se o percentual de incidência. A severidade foi determinada pela estimativa de área foliar afetada pela doença com uso de escala diagramática (Figura 3) proposta por Canteri et al. (2006).

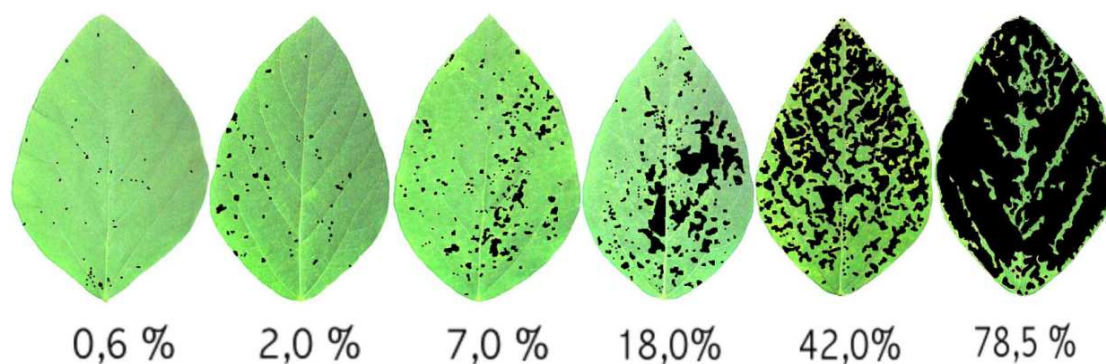


FIGURA 3. Escala diagramática para ferrugem da soja (Canteri et al., 2006).

Estimou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade no terço médio e superior através do modelo proposto por Campbell e

Madden (1990), pela seguinte fórmula: $AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i) \cdot 0,5] \cdot (T_{i+1} - T_i)$

em que:

Y_i = severidade na época de avaliação i ;

Y_{i+1} = severidade na época de avaliação $i+1$;

T_i = época da avaliação i , normalmente utiliza-se o número de dias;

T_{i+1} = época da avaliação $i + 1$;

n = número de avaliações.

A análise epidemiológica da incidência foi realizada somente no terço médio das plantas de soja, pois foi o único terço onde se procedeu cinco épocas de amostragens, as demais não foi possível devido à desfolha (terço inferior) e baixa incidência inicial (terço superior). Os dados de intensidade das doenças em proporção (y), originais ou as formas linearizadas dos modelos monomolecular [$y = \ln[1/(1-y)]$], logístico [$y = \ln[y/(1-y)]$] e de Gompertz [$y = -\ln[-\ln(y)]$] (CAMPBELL e MADDEN, 1990) foram ajustados a modelos de regressão linear simples, tendo tempo em dias após emergência (DAE) como variável independente. Os melhores ajustes foram selecionados com base no maior coeficiente de determinação da regressão ajustado (R^{2*}) para reciprocidade entre valores observados e previstos de incidência da ferrugem asiática. Utilizando os melhores ajustes, foi estimada a taxa de progresso da doença (r), determinada pelo parâmetro b da equação de regressão.

3.4.3 Produtividade e massa de 100 grãos

A colheita manual foi realizada no dia 28/03/2008, coletando-se as plantas das três linhas centrais da subparcela descontando um metro em cada extremidade, perfazendo área útil de 5,4m². Posteriormente, todo o material foi trilhado em máquina, removido os resíduos e armazenado em sacos de papel em câmara fria. Foram determinados o peso da amostra e massa de 100 grãos conforme Regras para Análise de Sementes (RAS) BRASIL (1992). Os valores da umidade dos grãos foram corrigidos para 13% base úmida, e a produtividade expressa em kg ha⁻¹.

3.5 Análise estatística

Após o teste de homogeneidade de variâncias pelo teste de Cochran e Bartlett e normalidade pelo teste de Lilliefors, observou-se que os dados de incidência e severidade não seguiam as pressuposições para análise de variância pelo teste F, procedendo-se a transformação por meio de Arc Sen ($\sqrt{x + 1/100}$). Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo teste F com auxílio do aplicativo computacional SAEG 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). No caso de incidência e área lesionada pela ferrugem asiática, considerou-se o teste F até 10% de probabilidade por

ser um experimento de campo sujeito a alta variabilidade e, ter um número de repetições confiáveis. Nas médias qualitativas o teste F foi conclusivo, uma vez que, eram duas variáveis (com e sem fungicida) e, as quantitativas (doses de K_2O) submetidas a análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento implantado no município de Itaporã na Fazenda Sete de Ouro não foi considerado neste estudo. Apesar de serem efetuados todos os procedimentos relativos à condução desse experimento descritos na metodologia, até segunda semana de avaliação, não se observou dano visível que pudesse ser atribuído à ferrugem asiática a fim de proceder à avaliação da severidade pelo método proposto. Após a segunda avaliação aos 65 dias após a emergência (DAE) foram observados no máximo 3% de incidência da doença, enquanto que, no experimento conduzido na FAECA no mesmo período de avaliação, foram detectadas de 60 até 90 % de incidência no terço inferior da planta. Provavelmente, a baixa incidência da ferrugem asiática tenha ocorrido em razão de alta incidência de mancha alvo causada por *Corynespora cassiicola* e antracnose causada por *Colletotrichum truncatum* favorecidas pela alta temperatura e umidade causando desfolha precoce.

4.1 Teor foliar de nutrientes

Os teores de nutrientes na cultura da soja foram analisados somente em função da adubação potássica, visto que, as coletas das folhas para análises químicas foram realizadas no estágio R2 antes da aplicação de fungicida. Não foi observada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para os teores de macro e micronutrientes em função das doses crescentes de K, sendo os teores médios apresentados no Quadro 2. Os teores médios de N ($38,5 \text{ g kg}^{-1}$), P ($2,4 \text{ g kg}^{-1}$), K ($22,7 \text{ g kg}^{-1}$), Ca ($10,2 \text{ g kg}^{-1}$), Mg ($5,1 \text{ g kg}^{-1}$), S ($2,2 \text{ g kg}^{-1}$), Cu ($5,8 \text{ mg kg}^{-1}$), Fe ($55,5 \text{ mg kg}^{-1}$), Zn ($28,1 \text{ mg kg}^{-1}$) e Mn ($54,9 \text{ mg kg}^{-1}$) estão dentro da faixa de suficiência citada por EMBRAPA (2006) para região de MS e MT não sendo limitantes para a produtividade de grãos.

QUADRO 2. Teores foliares de macro e micronutrientes de soja em função da adubação potássica. Dourados – MS, 2009

Nutrientes	Doses de K (kg ha ⁻¹)					Médias
	0	40	80	120	160	
	----- g kg ⁻¹ -----					
N	38,6	37,8	38,6	38,8	38,5	38,5
P	2,5	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4
K	22,0	22,2	23,6	22,6	23,0	22,7
Ca	10,0	10,4	10,2	10,0	10,4	10,2
Mg	5,0	5,2	5,1	5,0	5,1	5,1
S	2,1	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2
	----- mg kg ⁻¹ -----					
Cu	5,7	5,8	5,9	5,7	5,7	5,8
Fe	50,8	56,8	54,8	57,3	57,8	55,5
Mn	54,1	55,0	58,6	52,7	54,3	54,9
Zn	27,8	29,2	28,5	28,1	27,1	28,1

4.2 Incidência de ferrugem asiática da soja em função de fungicida e adubação potássica

Na safra 2007/08 foram registrados 2.101 focos de ferrugem, dentre os quais, 26% detectados no Estado do Mato Grosso do Sul que apresentou 538 ocorrências. No município de Dourados-MS, foram registrados 153 casos e 18 em Itaporã, a maioria relatada no estágio fenológico R 1 até R5 (CONSÓRCIO ANTI FERRUGEM, 2008).

As condições climáticas durante esta safra foram favoráveis para o desenvolvimento da cultura e da ferrugem asiática. A precipitação pluvial ao longo do ciclo da cultura foi considerada 20% acima da média normal. As temperaturas ocorridas entre dezembro/07 a março/08 caracterizaram o período como sendo uma safra de clima quente, onde temperaturas médias diárias de 22°C a 25°C foram constantemente registradas (CONSÓRCIO ANTI FERRUGEM, 2008).

Neste estudo, doenças como míldio (*Peronospora manshurica*), Doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Colletotrichum dematium*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e antracnose (*Colletotrichum truncatum*) foram identificadas

durante o ciclo da cultura, porém, em baixa severidade, e principalmente em parcelas não tratadas com fungicida durante todo o período reprodutivo. Nenhuma delas, no entanto, foi responsável por provocar desfolha significativa na cultura durante seu ciclo no experimento da FAECA em Dourados-MS.

A ocorrência de ferrugem asiática neste experimento foi resultado de infecção natural. Os primeiros sintomas da doença foram observados em 16/01/2008 no estágio fenológico (R3), dois dias antes da primeira aplicação dos fungicidas azoxistrobin+ciproconazole (0,3 L ha⁻¹), período em que as condições climáticas eram favoráveis à ocorrência de doenças, como chuvas frequentes e temperaturas em torno de 24°C (Figura 2).

Na terceira semana de avaliação, aos 72 DAE, notou-se que não havia folhas no terço inferior, em razão da senescência natural. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,10$) com relação ao efeito do K sobre a incidência de ferrugem neste terço das plantas (Figura 4). Apesar da aplicação do fungicida reduzir a incidência da doença no terço inferior, esta só foi significativa na segunda semana de avaliação, aos 65 dias após a emergência, com redução da incidência em 73 % (Quadro 3). Com objetivo de analisar a influência do estágio fenológico e da idade da folha de soja na infecção por *Phakopsora pachyrhizi*, Furtado et al. (2009) observaram que uma vez infectada a planta com o patógeno, a incidência e a severidade da ferrugem asiática aumentam simultaneamente com o ciclo da cultura, como ocorreu neste experimento. Desta forma, na fase reprodutiva da cultura, a maior concentração de esporos propicia maiores taxas de infecção e, conseqüentemente, maior severidade da doença.

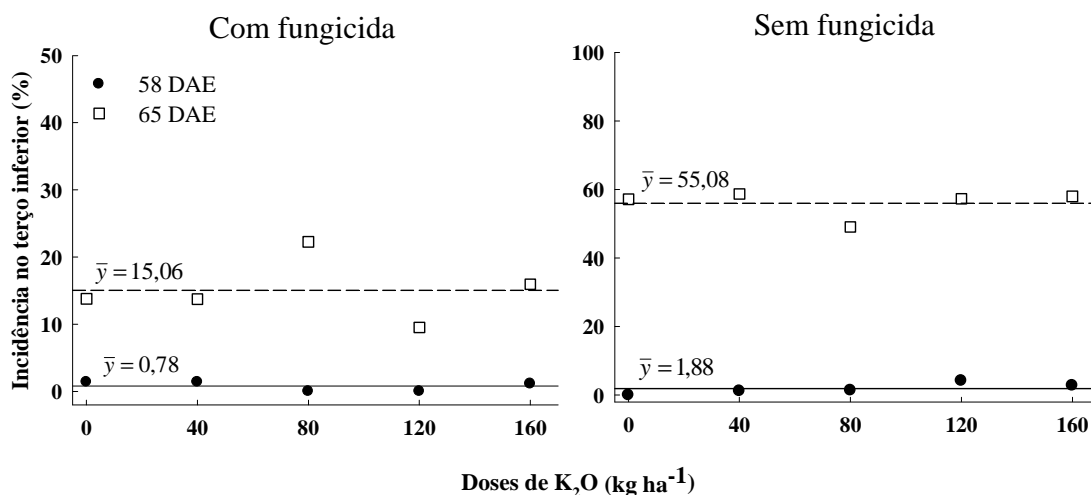


FIGURA 4. Incidência de ferrugem asiática no terço inferior das plantas de soja aos 58 e 65 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.

A incidência de ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja foi avaliada durante cinco semanas. A aplicação de fungicida proporcionou uma redução da incidência no terço médio de 38%, 91%, 82%, 84% e 73% aos 58, 65, 72, 79 e 86 DAE, respectivamente (Quadro 3). Observou-se que no terço médio da planta houve maior incidência de ferrugem asiática do que no terço inferior, fato que contraria os resultados obtidos por Nascimento et al. (2009) e Furtado et al. (2009), os quais avaliando a incidência e severidade de ferrugem na cultura da soja encontraram maior incidência desta doença no terço inferior seguido do terço médio e superior. Segundo Furtado et al. (2009) a maior suscetibilidade das folhas mais velhas, juntamente com maiores períodos de molhamento proporcionados pelo microclima e, menor irradiação nas folhas baixas das plantas de soja podem ser responsáveis pelo desenvolvimento da doença no sentido base-ápice das plantas de soja, em condições de campo. Neste experimento, a maior incidência no terço médio possivelmente ocorreu, pois a ferrugem asiática iniciou tardiamente e, as folhas da parte inferior da planta já estavam em senescência e se desprenderam logo nas duas primeiras semanas de avaliação.

QUADRO 3. Incidência de ferrugem asiática (%) no terço inferior, médio e superior de plantas de soja, com e sem aplicação de fungicida em cada avaliação após a emergência plantas. Dourados-MS, 2009

Terço da planta	DAE*	Incidência de ferrugem asiática (%)		CV
		Com fungicida	Sem fungicida	
Inferior	-			
	58	0,78 a	1,88 a	11,1
	65	15,06 b	56,05 a	12,1
	58	2,02 b	5,32 a	15,7
Médio	65	5,11 b	55,90 a	7,3
	72	16,27 b	89,58 a	9,7
	79	15,03 b	95,72 a	13,7
	86	26,23 b	98,28 a	7,9
Superior	72	7,61 b	55,54 a	22,5
	79	14,18 b	97,53 a	14,3
	86	6,92 b	94,53 a	13,6
	93	42,58 b	92,04 a	18,2

*DAE = dias após a emergência das plantas. CV- coeficiente de variação dos dados transformados por meio de Arc Sen ($\sqrt{x + 1/100}$), submetidos à análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para análise epidemiológica da ferrugem asiática no terço médio da planta coma parou-se os modelos linearizados monomolecular, logístico e de Gompertz (Quadro 4). A estatística dispõe de diversos critérios para que se possa escolher o modelo que melhor se ajuste a um determinado conjunto de dados, sendo que, neste trabalho optou-se pelo coeficiente de determinação ajustado (R^{2*}), obtido da regressão linear entre os valores previstos (variável dependente) e observados (variável independente) segundo Campbell e Madden (1990). Com base nos dados obtidos e apresentados no Quadro 4, observou-se que os modelos matemáticos Gompertz e Monomolecular tiveram ajustes similares para curva de progresso da ferrugem em função das doses de K_2O , com e sem aplicação de fungicida. Devido a este resultado e por ter apresentado, na maioria das vezes, o coeficiente de determinação mais elevado, escolheu-se o modelo de Gompertz para descrição dos dados.

Observando a taxa de crescimento da doença (r) observou-se que a aplicação de fungicida foi essencial para evitar o progresso da incidência de ferrugem asiática na cultura da soja. Os efeitos da adubação potássica com a presença de fungicida foram muito semelhantes. Independentes das doses de K_2O os valores de r variaram de 0,03 (80 kg ha⁻¹ de K_2O) a 0,05 (sem adição de adubo). No entanto, na ausência do fungicida observou-se que na dose de 80 kg ha⁻¹ de K_2O ($r=0,16$) houve uma redução de 36% no

progresso da incidência no terço médio das plantas de soja em relação à testemunha ($r=0,25$) (Quadro 4).

QUADRO 4. Resumo das análises de regressão linear usadas no ajuste dos modelos epidemiológicos (Logístico, Monomolecular e Gompertz) para incidência de ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja, sob doses de potássio com e sem aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Dose	Modelo	Com fungicida					Sem fungicida				
		R ²	R ^{2*} (a)	r ^(b)	QMR ^(c)	F ^(d)	R ²	R ^{2*}	r	QMR	F
0 kg ha ⁻¹	Logístico	0,73	0,73	0,18	1,96	8,06	0,96	0,96	0,25	0,38	81,58
	Gompertz	0,83	0,83	0,05	0,09	14,29	0,99	0,99	0,21	0,08	277,9
	Monomolecular	0,79	0,79	0,01	0,004	11,25	0,98	0,98	0,18	0,07	211,9
40 kg ha ⁻¹	Logístico	0,87	0,96	0,18	0,38	81,58	0,91	0,96	0,31	1,51	30,50
	Gompertz	0,87	0,99	0,05	0,06	20,8	0,90	0,99	0,24	1,00	29,40
	Monomolecular	0,96	0,98	0,01	0,005	84,99	0,87	0,98	0,21	1,01	20,78
80 kg ha ⁻¹	Logístico	0,65	0,96	0,17	2,59	5,70	0,77	0,96	0,22	2,36	10,02
	Gompertz	0,74	0,99	0,03	0,13	8,76	0,78	0,99	0,16	1,16	10,49
	Monomolecular	0,87	0,98	0,01	0,002	21,03	0,75	0,98	0,12	0,79	8,88
120 kg ha ⁻¹	Logístico									135,8	
		0,55	0,63	0,07	0,73	3,73	0,98	0,96	0,4	0,57	5
	Gompertz	0,61	0,99	0,04	0,1	4,75	0,95	0,99	0,35	0,99	59,9
160 kg ha ⁻¹	Monomolecular	0,65	0,98	0,009	0,008	5,55	0,91	0,98	0,31	1,51	32,25
	Logístico	0,79	0,96	0,09	0,38	11,53	0,86	0,96	0,39	4,16	18
	Gompertz	0,8	0,99	0,04	0,06	12,2	0,78	0,99	0,32	4,79	10,61
	Monomolecular	0,82	0,98	0,01	0,004	14,02	0,7	0,98	0,28	5,43	7,1

(a) Coeficiente de determinação ajustado; (b) taxa de aumento da doença; (c) Quadrado médio do resíduo; (d) teste estatístico de Fisher.

Nas duas primeiras avaliações aos 58 e 65 dias após a emergência (DAE) não houve incidência de ferrugem asiática no terço superior das plantas de soja, possivelmente pela deposição de fungicida, bem como, devido ao microclima menos favorável, como por exemplo, menor período de molhamento na face superior e morte de uredíniosporos pela exposição aos raios solares (ZAMBENEDETTI et al., 2007). A aplicação de fungicida proporcionou uma redução da incidência da doença neste terço de 86%, 85%, 92% e 54 % aos 72, 79, 86 e 93 DAE, respectivamente (Quadro 3). Com relação à adubação potássica não houve efeito significativo na ausência de fungicida. Todavia, quando se aplicou o fungicida as doses de 95 e 78 kg ha⁻¹ de K₂O auxiliou na diminuição da incidência de ferrugem asiática aos 86 e 93 DAE (ponto de mínimo) (Figura 5).

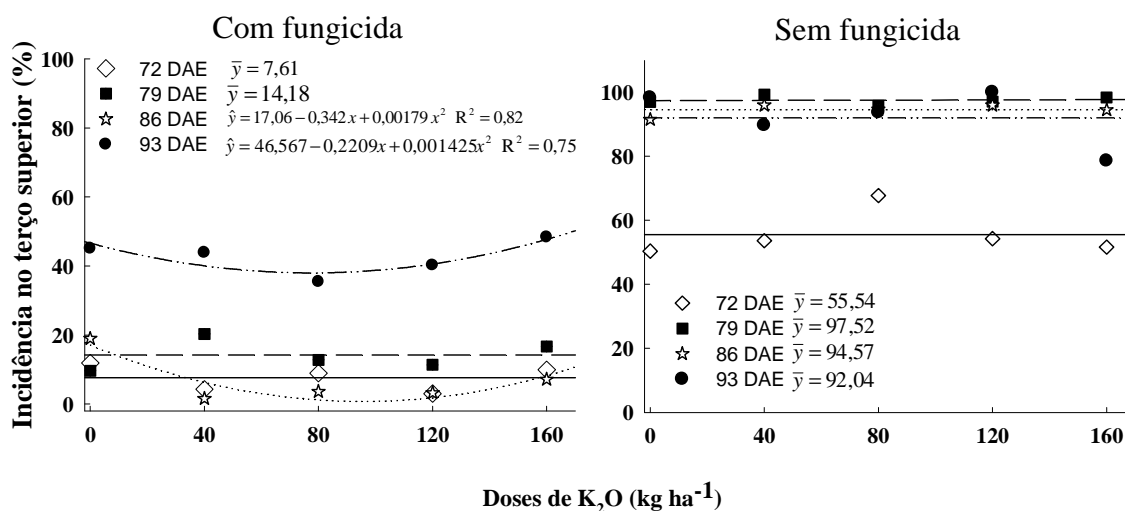


FIGURA 5. Incidência de ferrugem asiática no terço superior das plantas de soja aos 72, 79, 86 e 93 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.

A redução da incidência da ferrugem asiática no terço médio e superior das plantas de soja, provavelmente, está relacionada com o papel do K nas diversas funções da planta. Em geral, esse nutriente confere maior resistência aos tecidos, aumenta a espessura das paredes celulares da epiderme e regula o funcionamento dos estômatos, atuando na redução do potencial de inóculo e promovendo rápida recuperação das injúrias (MARSCHNER, 1995). Segundo Perrenoud (1990) o fornecimento equilibrado de K à planta, diminui a incidência de doenças em razão do aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de alguns patógenos.

Vários autores encontraram resposta positivas da adubação potássica quanto à incidência de doenças. Sanogo e Yang (2001) observaram que a aplicação de KCl resultou em decréscimo de 36% na incidência de *Fusarium solani* (causador da síndrome da morte súbita), em comparação com a soja sem tratamento com K. Em relação a ferrugem asiática na soja Schneider et al. (2008) observaram que houve atraso na incidência e, redução na taxa de desenvolvimento da doença quando a cultura foi adubada em pré plantio com KCl e CaCl₂, não havendo efeito para os micronutrientes. Todavia, Pozza et al. (2001) analisando a incidência de mancha-de-olho-pardo (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) em mudas de cafeeiro, não observaram efeito significativo da adubação potássica na incidência dessa doença.

O desequilíbrio de nutrientes no solo pode predispor as plantas a infecção por microrganismos patogênicos, nesse experimento observou-se que nas doses muito elevadas de K_2O houve as maiores taxa de crescimento da incidência $r = 0,35$ e $0,32$ para as doses de 120 e 160 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente (Quadro 4). O excesso de adubação potássica pode inibir mais acentuadamente o crescimento das plantas e dispô-las à infecção por patógenos o que pode estar associado ao desbalanço catiônico em relação ao cálcio e magnésio (PERRENOUD, 1990; MALAVOLTA, 2006 SILVEIRA e HIGASHI, 2003).

4.3 Severidade da ferrugem asiática da soja em função de fungicida e adubação potássica

A severidade da ferrugem asiática estimada por meio da escala diagramática proposta por Canteri et al. (2006), foi avaliada a partir dos 72 DAE no terço médio e, aos 79 DAE no terço superior, em razão da baixa severidade nas semanas anteriores. As doses crescentes de K_2O não apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) sobre a área foliar lesionada no terço médio, e quando se aplicou fungicida a máxima severidade foi de $1,8 \%$ aos 86 DAE (Figura 6).

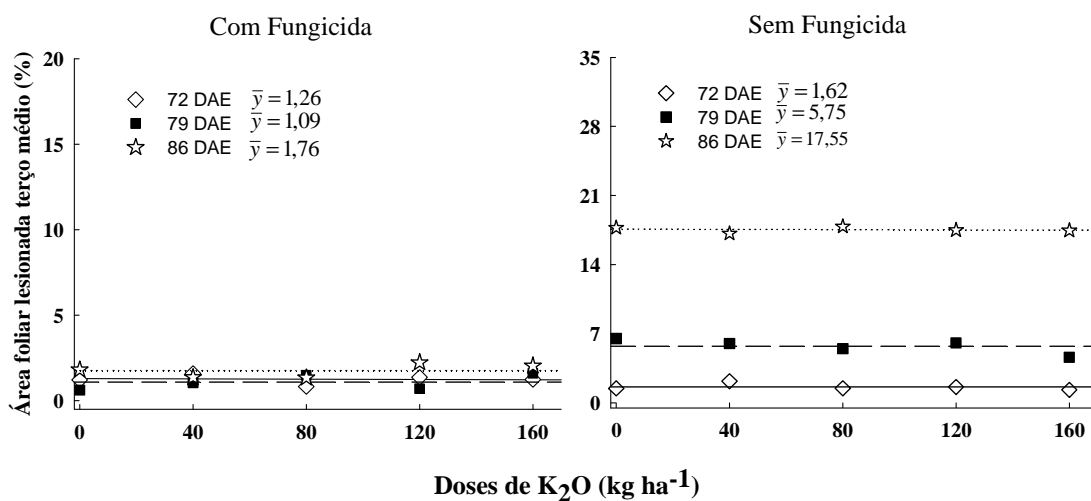


FIGURA 6. Área foliar lesionada por ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja aos 72, 79 e 86 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.

No terço superior o efeito da adubação potássica foi mais evidente, principalmente quando associado à aplicação de fungicida. Com a dosagem de 67 kg ha^{-1} de K_2O observou-se decréscimo na área foliar lesionada para $6,31\%$ aos 93

dias após a emergência das plantas (Figura 7). Observou-se que neste terço doses maiores de K, 120 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O, contribuíram para o aumento da severidade em 11 e 13 %, respectivamente. O excesso de K é capaz de levar ao desequilíbrio das relações K:Mg e K:Ca, que pode reduzir a formação da lamela média pela falta de Ca, além disso, o excesso de K pode afetar a membrana plasmática, causando vazamento de solutos além de distúrbios na formação de proteínas, no uso do ATP para sínteses em geral (MALAVOLTA, 2006).

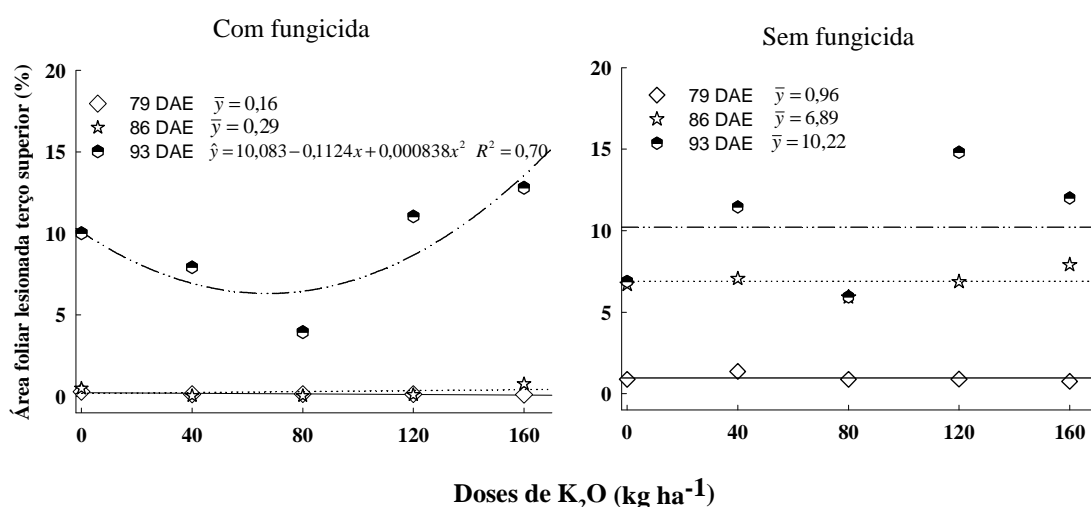


FIGURA 7. Área foliar lesionada por ferrugem asiática no terço superior das plantas de soja aos 79, 86 e 93 dias após a emergência (DAE), com e sem aplicação de fungicida, em função da adubação potássica. Dourados-MS, 2009.

Analisando a ferrugem na soja, Levy (2002) verificou que a aplicação de cloreto de K ou nitrato de potássio, reduziu a severidade da ferrugem asiática. Estudando a influência da nutrição de planta em doença, Balardin et al (2006) observaram que tanto a severidade quanto a taxa de progresso da ferrugem reduziram com o aumento dos níveis de P e K, para os estádios e cultivares testados. Segundo esses autores, a influência do K foi mais pronunciada que a do P quando observadas a severidade e a taxa de progresso da ferrugem, ambos em baixas quantidades. Em estudo conduzido no campo para investigar os efeitos do K, Cl, B e Mn na severidade da ferrugem asiática da soja, Schneider et al. (2008) observaram atraso na incidência e redução na taxa de desenvolvimento da doença quando a cultura foi adubada em pré-plantio com KCl e CaCl₂, não havendo efeito para os micronutrientes.

Assim como ocorrido com a incidência, a aplicação de fungicida foi essencial reduzindo a severidade de modo linear de acordo com as avaliações. No terço médio houve redução na área foliar lesionada pela ferrugem asiática em 22%, 81% e 90% pela aplicação de fungicida aos 72, 79 e 86 dias após emergência (DAE), respectivamente (Quadro 5). No terço superior houve redução na severidade de 83 % na quarta avaliação aos 79 DAE e 96 % na quinta avaliação aos 86 DAE, sendo que na sexta avaliação não houve diferença estatística entre as médias mediante aplicação de fungicida (Quadro 5). Oliveira (2007) analisando doses de tebuconazole observou redução na severidade de ferrugem asiática nas parcelas que não receberam aplicações de fungicidas a qual variou de 7,75% a 8,94% (terço médio) e 2,98% a 5,52% (terço superior).

QUADRO 5. Área foliar lesionada pela ferrugem asiática no terço médio e superior das plantas de soja, com e sem aplicação de fungicida, em cada avaliação após a emergência plantas . Dourados-MS, 2009

Terço da planta	DAE	Com fungicida	Sem fungicida	CV*	Média
Médio	72	1,26 b	1,62 a	3,9	1,44
	79	1,10 b	5,75 a	4,5	3,42
	86	1,76 b	17,55 a	3,5	9,65
Superior	79	0,16 b	0,96 a	3,6	0,56
	86	0,29 b	6,89 a	4,3	3,59
	93	11,06 a	10,22 a	6,9	10,64

*CV- coeficiente de variação dos dados transformados por meio de Arc Sen ($\sqrt{x + 1/100}$), submetidos à análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Outra medida de severidade utilizada foi à estimação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A área abaixo da curva de progresso da severidade de ferrugem asiática, não foi estatisticamente ($p < 0,05$) afetada pelas doses crescentes de K, sendo influenciada exclusivamente pelo fungicida (Quadro 6). A aplicação de fungicida reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença em 12 e 11 % no terço médio e superior, respectivamente. Quando não se aplicou fungicida, na última avaliação não havia mais folhas no terço médio em razão da desfolha intensa provocada pela alta incidência e severidade da ferrugem asiática na soja. A resposta positiva ao fungicida, concorda com os resultados de Barros et al. (2008) que encontrou

significância com uma, duas ou três aplicações do fungicida pyraclostrobin + epoxiconazole.

QUADRO 6. Área abaixo da curva de progresso da doença no terço médio e superior, com e sem aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009

	Terço da planta	Com fungicida	Sem fungicida	Média
AACPD	Médio	15,41 b	17,60 a	16,50
	Superior	15,33 b	17,19 a	16,26

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Neste estudo o potássio foi promissor na redução da incidência e severidade de ferrugem asiática na cultura da soja, todavia, são necessários mais estudos englobando diversos locais, e com maiores quantidades de cultivares para se enfatizar que a nutrição mineral pode ser uma prática promissora como estratégia no manejo dessa doença.

4.4 Produtividade e massa de 100 grãos em função de fungicida e adubação potássica

A adubação potássica associada com a aplicação de fungicida interferiu de modo significativo na produtividade de grãos ($p < 0,05$). Quando não houve aplicação de fungicida, a produtividade reduziu 22%, ou seja, 574 kg ha^{-1} . O mesmo ocorreu com a massa de 100 grãos que reduziu 2,2g o que corresponde a 18,6% (Quadro 7). Oliveira (2007) observou nas parcelas que não receberam aplicações do fungicida houve maior severidade da ferrugem o que causou desfolha antecipada das plantas de soja promovendo menor produtividade média (1.317 kg ha^{-1}) e menor massa média de 1000 grãos (78 g) quando se comparou aos tratamentos que receberam fungicidas. Em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou início da granação, pode causar aborto e queda das vagens, resultando em comprometimento total do rendimento (AZEVEDO et al., 2004). Analisando a eficiência de diferentes fungicidas aplicados curativamente no controle da ferrugem asiática, Pereira et al. (2005) observaram que a testemunha atingiu a produtividade de 1.438 kg ha^{-1} , já a parcela tratada com o fungicida apresentou produtividade 88% superior (2.701 kg ha^{-1}).

QUADRO 7. Produtividade e massa de 100 grãos de soja em função da aplicação de fungicida. Dourados – MS, 2009

Fungicida	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos
Com	2611,74 a	11,85 a
Sem	2037,60 b	9,64 b
Média	2324,67	10,75

Média seguida de mesma letra na coluna não diferente entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

Godoy et al. (2009) testando o fungicida azoxistrobin+ciproconazole nas safras 2005/06 e 2006/07 no município de Londrina-PR, observaram redução na produtividade da testemunha comparativamente ao melhor tratamento de 89% e 70% , na primeira e segunda safra, respectivamente. Silva Júnior et al. (2009) obtiveram acréscimos de 13% na massa de 100 grãos e 125% na produtividade com aplicações de pyraclostrobin + epoxiconazole, fungicida que apresentou menor severidade da doença, aplicados no estágio R1 + R5. Soares et al. (2004) também relataram incrementos de 12% na massa de cem grãos com a utilização do mesmo fungicida.

Quando não houve aplicação de fungicida foi necessária adubação potássica maior que 110 kg ha⁻¹ de K₂O para obter produtividade acima de 2.000 kg ha⁻¹. Todavia, com a aplicação de fungicida, a dose de 72 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 9) foi suficiente para se obter a produtividade máxima de 2.715,8 kg ha⁻¹ de grãos, no entanto, a massa de 100 grãos não foi influenciada de modo significativo pela adubação.

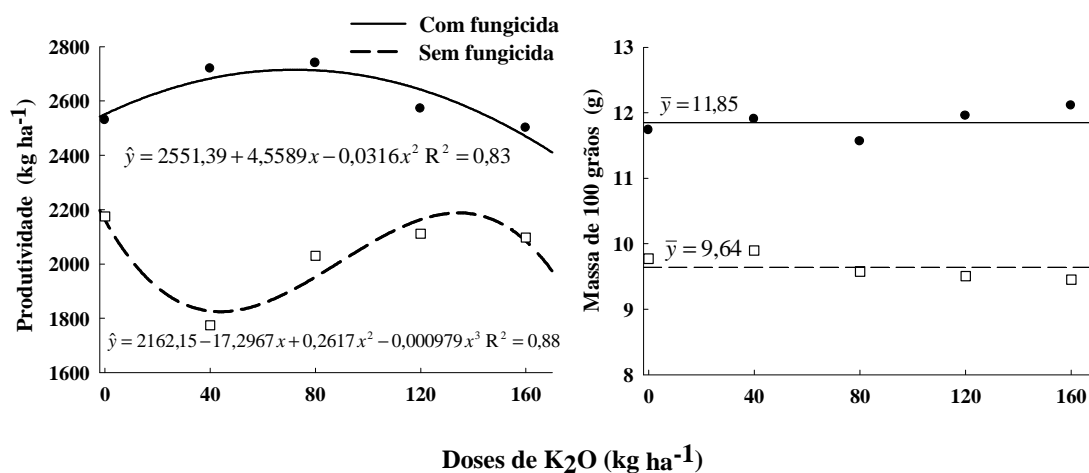


FIGURA 8. Produtividade e massa de 100 grãos em função da adubação potássica, com e sem aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido o trabalho, conclui-se que:

A adubação potássica não teve efeito nos teores foliares de nutrientes.

A aplicação de fungicida foi essencial para redução da incidência e severidade da ferrugem asiática e aumento da produtividade e massa de 100 grãos na cultura da soja.

A aplicação de fungicida e 80 kg ha⁻¹ de K₂O foram promissoras para diminuir os efeitos deletérios da ferrugem asiática com relação à incidência no terço médio e superior e, severidade no terço superior das plantas de soja.

Na ausência do fungicida, foram necessárias adubações potássicas mais elevadas (maior que 120 kg ha⁻¹ de K₂O) para obtenção de produtividade acima de 2.000 kg ha⁻¹.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENIJI, M.O.; OBIGBESAN, G.O. The effect of potassium nutrition on the bacterial wilt of cassava. **Nigerian Journal of Plant Protection**, Port Harcourt, v.2, p. 1-3, 1976.
- AGRIOS, G.N. How plants defend themselves against pathogens. In: AGRIOS, G.N. (Ed.). **Plant Pathology**. 4 ed. San Diego: Academic Press, 1997. p. 93-114.
- ALVES, S.A.M. **Quantificação de parâmetros da pré-penetração e monocíclicos relacionados ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi* – soja**. 2007. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa:Suprema Gráfica e Editora Ltda, Minas Gerais, 2006. p. 37-59.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Difel, 1986. 332p.
- AZEVEDO, L.A.S.; JULIATTI, F.C.; BALARDIN, R.S.; SILVA, O.C. **Programa Syntinela: monitoramento da dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* e alerta contra a ferrugem asiática da soja**. Campinas: Emopi Gráfica e Editora, 2004. 24p. (Boletim técnico).
- BALARDIN, R.S.; DALLAGNOL, L.J.; DIDONÉ, H.T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 462-467, 2006.
- BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 239-245, 2008.
- BASSETO, M.A.; CERESINI, P.C.; VALÉRIO FILHO, W.V. Severidade da mela da soja causada por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA em função de doses de potássio. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 56-62, 2007.
- BEDIN, C.; MENDES, L.C.; TRESCENTE, V.C.; LOPES, R.L.B.; BOSQUÊ, G.G. Controle da ferrugem asiática da soja. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, Ano VII, n. 13, p.1-6, 2008.
- BONDE, M.R.; NESTER, S.E.; PETERSEN, G.L. Temperature effects on urediniospore germination and germ tube growth of *Phakopsora pachyrhizi* and *Phakopsora meibomia*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 87, S10, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- BROMFIELD, K.R. Soybean Rust. The American Phytopathological Society, **Monograph**, n. 11. Saint Paul, 1984. 65p.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Crop loss assessment and modeling. In: CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. (Eds.) **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons. 1990. p. 393-422.

CANTERI, M.G.; GODOY, C.V.; KOGA, L.J.. Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 63-68, 2006.

CHÉRIF, M.; MENZIES, J.G.; BENHAMOU, N.; BÉLANGER, R.R. Studies of silicon distribution in wounded and *Pythium ultimum* infected cucumber plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 5, p. 371-385, 1992.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custo ferrugem asiática da soja – atualizado em julho de 2008**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: http://www.consorcioantiferrugem.net/index.php?download=tabela_custos_ferrugem%202008.pdf. Acesso em 18/06/2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: sexto levantamento, março 2008**. Brasília, DF, 2008. 30p.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Monitorando a dispersão da Ferrugem asiática no Brasil: Tabela de custo, 2008**. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net>. Acesso em 27 de maio de 2009.

DEBONA, D.; NAVARINI, L.; FAVERA, D.D.; BALARDIN, R.S. Efeito de níveis de cálcio e sombreamento em plantas de soja sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 388-389, 2008.

DEL PONTE, E.M.; ESKER, P.D. Meteorological factors and Asian Soybean Rust Epidemics - a systems approach and implications for risk assessment. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 88-97, 2008.

EMBRAPA, 2006. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p.

EMBRAPA 2003. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2003. 32p.

EMBRAPA, 1997. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

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

FAGERIA, N.K.; PRABHU, A.S.; HUBER, D.M.; RODRIGUES, F.A. Potassium and plant diseases. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Eds.) **Mineral nutrition and plant disease**. 1 d. Saint Paul: APS PRESS, 2007. p. 57-78.

FURTADO, G.Q.; ALVES, S.A.M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C.V.; MASSOLA JÚNIOR. N.S. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na

infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 118-122, 2009.

GILLMAN, J.H.; ZLESACK, D.C.; SMITH, J.A. Applications of potassium silicate decrease black spot infection in *Rosa hybrida* 'Meipelta' (*Fuschia Meidiland*TM). **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 6, p. 1144-1147, 2003.

GODOY, C.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p. 97-101, 2004.

GODOY, C.V.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; DEL PONTE, E.M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 59-61, 2009.

HARTMAN, G.L.; MILES, M.R.; FREDERICK, R.D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 6, p. 664-665, 2005.

HENNING, A. A.; GODOY, C. V. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem Asiática da Soja**. Viçosa: UFV, DFP, 2006. p. 1-14.

HUBER, D.M.; ARNY, D.C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**, Madison: ASA, 1985. p.467-488.

KANTO, T.; MAEKAWA, K.; AINO, M. Suppression of conidial germination and appressorial formation by silicate treatment in powdery mildew of strawberry. **Journal of General Plant Pathology**, Kyoto, v. 73, n. 1, p. 1-7, 2007.

KAWUKI, R.S.; ADIPALA, E.; TUKAMUHABWA, P. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. **Journal of Phytopathology**, Berlin v. 151, p. 7-12, 2003.

KOGA, L.J.; CANTERI, M.G.; GODOY, C.V. Relação entre medidas de refletância e área foliar sadia, severidade da ferrugem asiática e produtividade da cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 571-580, 2007.

LEVY, C. Zimbabwe – a country report on soybean rust control. In: **World Soybean Research Conference, VII, Proceedings, 2002**, Foz do Iguaçu, p.340-348.

LIMA, M.T.G. **Interrelação cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), nodulação (*Bradyrhizobium japonicum*) e silício em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 1998. 58f. Tese (Doutorado em Nutrição de Plantas / Energia Nuclear na Agricultura). – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” – CENA, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Sao Paulo. Ceres. 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS. 1997.

MARCHETTI, M.A.; MELCHING, J.S. BROMFIELD, K.R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, n. 4, p. 461-463, 1976.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MASCARENHAS, H.A.A.; ITO, M.F.; TANAKA, M.A. de S. Efeito da adubação potássica no cancro da haste da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, n. 3/4, p. 217-221, 1997.

MAY-DE-MIO, L.L.; TUTIDA, I.; MOTTA, A.C.V.; DOLINSKI, M.A.; SERRAT, B.M.; MONTEGUTI, D. Doses de aplicação de nitrogênio e potássio em relação à podridão parda e sarna em ameixeira 'Reubennel' na região de Araucária, Paraná. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 35-40, 2008.

MELCHING, J.S.; DOWLER, W.M.; KOOGLE, D.L.; ROYER, M.H. Effect of duration, frequency, and temperature of leaf wetness period on soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, p. 117-122, 1989.

NAM, M. H.; JEONG, S.K.; LEE, Y.S.; CHOI, J. M.; KIM, H. G. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition on strawberry anthracnose. **Plant Pathology**, San Diego, v. 55, n. 2, p. 246 – 249, 2006.

NASCIMENTO, J.M.; SOUZA, C.M.A.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; FENGLER, G.W. Controle de ferrugem asiática da soja utilizando-se de diferentes pontas de pulverização em Maracajú-MS. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Havana, v. 18, n. 1, p. 1-6. 2009.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L.J.; BALARDIN, R.S.; MOREIRA, M.T.; MENEGHETTI, R.C.; MADALOSSO, M.G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.

OLIVEIRA, A.F. **Produtividade da soja e severidade de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) influenciadas pela aplicação foliar com fontes de potássio e doses de Tebuconazole**. 2007. 40 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiros: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. v.1, São Paulo: Ceres, 1995. p.417-453.

PEREIRA, H.H.A; SCHERB, C.T.; AZEVEDO, L.A.S. Eficiência de diferentes fungicidas aplicados curativamente no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO

CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Londrina: **Resumos...** Londrina, [s.n.], 2005. p. 207-208.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. 2.ed. Bern: International Potash Institute, 1990. 363p.

POZZA, A.A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; CAIXETA, S.L.; CARDOSO, A.A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E.A. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 53-60, 2001.

POZZA, A.A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; POZZA, E.A.; CAIXETA, S.L.; ZAMBOLIM, L. Intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro em função de doses de N e de K em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 1 p. 29-33, 2000.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

RODRIGUES, F.A.; DATNOFF, L.E. Silicon and rice disease management. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 457-469, 2005.

SANOGO, S.; YANG, X.B. Relation and sand content, pH, and potassium and phosphorus nutrition to the development of sudden death syndrome on soybean. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Otatwa, v. 23, p. 174-180, 2001.

SCHNEIDER, R.W.; WANG, J.; MUMMA, E.P.; ROBERTSON, C.L.; GILES, C.G. Attenuation of severity of Asian soybean rust with potassium, chloride and minor elements. APS 2008 Centennial Meeting in Minneapolis, Minnesota. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 98, Supplement 141, p. 23, 2008.

SILVA JÚNIOR, J.; REZENDE, P.M., CARVALHO, E.A., ALVES, E.; POZZA, E.A. Efeito de fungicidas sistêmico e protetores aplicados em diferentes estádios fenológicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 705-712, 2009.

SILVA, V.A.S.; JULIATTI, F.C.; SILVA, L.A.S. Interação entre resistência genética parcial e fungicida no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1261-1268, 2007.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2003. p. 1- 3. (Circular Técnica IPEF, 200).

SOARES, R.M.; RUBIN, S.A.L.; WIELEWICKI, A.P.; OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

TUTIDA, I. **Influência do nitrogênio e do potássio na intensidade de doenças fúngicas e na qualidade dos frutos em ameixeira**. 2006. 97f. Dissertação (Mestrado

em Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, PR.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 81, p. 1420-1426, 1991.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V.; NUNES JÚNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, p. 675-677. 2005.

YORINORI, J.T.; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27p. (Documentos / Embrapa Soja, 236). Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documentos236.pdf> Acesso em: 27 maio de 2009.

YORINORI, J. T.; NUNES JÚNIOR, J. ; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p. (Documentos, 247).

YORINORI, J.T. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) - controle de doenças. In: RIBEIRO DO VALE, F.X. & ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas**. v. 2. Viçosa, UFV/MAA, 1997. Cap. 21, p. 953-1023.

ZAMBENEDETTI, E.B.; ALVES, E.; POZZA, E.A.; ARAÚJO, D.V.; GODOY, C.V. Avaliação de parâmetros monocíclicos e da intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em diferentes genótipos de soja e posições de copa. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 178-181, 2007.

ZANCANARO, L. Nutrição e adubação. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. p. 178-216. (Boletim técnico de soja, 8).

ZINSOU, V.A.B; WYDRA, K.B; AHOHUENDO, B.A; HAU, B.B. Effect of soil amendments, intercropping and planting time in combination on the severity of cassava bacterial blight and yield in two ecozones of West Africa. **Plant Pathology**, San Diego, v. 53, n. 5, p. 585-595, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1. Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em função da adubação potássica e aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo					
		N foliar (g kg ⁻¹)	P foliar (g kg ⁻¹)	K foliar (g kg ⁻¹)	Ca foliar (g kg ⁻¹)	Mg foliar (g kg ⁻¹)	S foliar (g kg ⁻¹)
Doses de K	4	1,6333 ^{ns}	0,0914 ^{ns}	1,2979 ^{ns}	0,7042 ^{ns}	0,0967 ^{ns}	7,6953 ^{ns}
Bloco	5	10,5485 ^{ns}	0,3687*	34,2200**	4,9526*	0,5285*	34,355*
Erro A	20	10,4518	0,1198	6,2429	0,6731	0,1760	9,8582
Fungicida	1	9,2198 ^{ns}	0,0115 ^{ns}	0,6000 ^{ns}	1,4393 ^{ns}	0,0536 ^{ns}	0,3351 ^{ns}
Doses de K * Fungicida	4	7,8217 ^{ns}	0,1598 ^{ns}	2,1104 ^{ns}	0,4662 ^{ns}	0,1098	2,0171 ^{ns}
Resíduo	25	4,7176	0,1354	2,0883	0,8883	0,2110	6,4237
CV (%)	----	38,45	2,38	6,38	9,30	9,05	11,43
Média geral	----	5,65	15,47	22,65	10,14	5,08	22,18

** e * Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F respectivamente; ns = não significativo.

ANEXO 2. Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em função da adubação potássica e aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo			
		Cu foliar (mg kg ⁻¹)	Fe foliar (mg kg ⁻¹)	Mn foliar (mg kg ⁻¹)	Zn foliar (mg kg ⁻¹)
Doses de K	4	0,1075 ^{ns}	97,7712 ^{ns}	58,1779 ^{ns}	7,2679 ^{ns}
Bloco	5	0,4877**	122,8921*	48,1554 ^{ns}	36,6471*
Erro A	20	0,1237	51,0409	43,0694	12,9895
Fungicida	1	0,1189 ^{ns}	41,3994 ^{ns}	0,5125 ^{ns}	12,9302 ^{ns}
Doses de K * Fungicida	4	0,04847 ^{ns}	21,5293 ^{ns}	32,2040 ^{ns}	6,3471 ^{ns}
Resíduo	25	0,2557	20,5864	58,2053	7,0920
CV (%)	----	8,77	8,17	13,89	9,47
Média geral	----	5,76	55,51	54,91	28,13

** e * Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F respectivamente; ns = não significativo.

ANEXO 3. Resumo da análise de variância para incidência de ferrugem asiática no terço inferior, médio e superior das plantas de soja em função da adubação potássica e aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo										
		INInf 58DAE	INInf 65DAE	INMed 58DAE	INMed 65DAE	INMed 79DAE	INMed 86DAE	INMed 93DAE	INSup 72DAE	INSup 79DAE	INSup 86DAE	INSup 93DAE
Doses de K	4	0,0051 ^{ns}	0,0069 ^{ns}	0,0154 ^{ns}	0,0415 ^{ns}	0,0260 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	0,0178 ^{ns}	0,0689 ^{ns}	0,0121 ^{ns}	0,0185 ^{ns}	0,0203 ^{ns}
Bloco	5	0,0311*	0,0158 ^{ns}	0,0584 ^{ns}	0,0483 ^{ns}	0,0858 ^{ns}	0,0451 ^{ns}	0,0101 ^{ns}	0,529*	0,192**	0,1210 ^{ns}	0,0335 ^{ns}
Erro A	20	0,0059	0,0524	0,0303	0,0248	0,0566	0,0280	0,0289	0,0909	0,0481	0,0549	0,0283
Fungicida	1	0,0164 ^{ns}	3,620**	0,0991*	6,376**	12,72**	18,38**	15,28**	6,187**	20,82**	23,01**	7,68**
Doses de K *												
Fungicida	4	0,0155 ^{ns}	0,0318 ^{ns}	0,0258 ^{ns}	0,059**	0,0107 ^{ns}	0,0528 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0527 ^{ns}	0,0048	0,146 ^o	0,317 ^o
Resíduo	25	0,0134	0,0378	0,0295	0,0123	0,0315	0,0694	0,0254	0,116	0,0734 ^{ns}	0,0585	0,1432
CV (%)	----	11,08	12,14	15,72	7,31	9,73	13,70	7,86	22,52	14,35	13,56	18,16
Média geral	----	1,04	1,60	1,09	1,52	1,82	1,92	2,02	1,51	1,89	1,78	2,08

** , * e ^o Significativo ao nível de 1, 5 e 10 % de probabilidade pelo teste F respectivamente; ns = não significativo. DAE = DIAS APÓS EMERGENCIA

INInf = Incidência no terço inferior; **INMed** = Incidência no terço médio; **INSup** = Incidência no terço superior

ANEXO 4. Resumo da análise de variância para severidade de ferrugem asiática no terço médio e superior das plantas de soja em função da adubação potássica e aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo					
		SEVMed 72DAE	SEVMed 79DAE	SEVMed 86DAE	SEVSup 79DAE	SEVSup 86DAE	SEVSup 93DAE
Doses de K	4	0,0025 ^{ns}	0,00036 ^{ns}	0,00074 ^{ns}	0,00048 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,0742 ^{ns}
Bloco	5	0,0135**	0,0063*	0,0028 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	0,0148**	0,01214 ^{ns}
Erro A	20	0,0011	0,0019	0,0019	0,0063	0,0013	0,0345
Fungicida	1	0,012*	0,3433**	1,4317**	0,0627**	0,8268**	0,001 ^{ns}
Doses de K * Fungicida	4	0,00016 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,00082 ^{ns}	0,00081 ^{ns}	0,00085 ^{ns}	0,0186 ^o
Resíduo	25	0,0019	0,0027	0,0020	0,0015	0,00241	0,0082
CV (%)	----	3,91	4,40	3,50	3,63	4,30	6,97
Média geral	----	1,11	1,16	1,28	1,06	1,14	1,30

** , * e ^o Significativo ao nível de 1, 5 e 10 % de probabilidade pelo teste F respectivamente; ns = não significativo. DAE = dias após a emergência

SEVMed = Severidade no terço médio; **SEVSup** = Severidade no terço superior

ANEXO 5. Resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso de ferrugem asiática no terço inferior, médio e superior das plantas de soja em função da adubação potássica e aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo	
		AACSM	AACSS
Doses de K	4	0,03326 ^{ns}	1,3192 ^{ns}
Bloco	5	0,6348*	0,9134 ^{ns}
Erro A	20	0,2174	0,6384
Fungicida	1	72,0492**	52,1882**
Doses de K *		0,2199 ^{ns}	0,1618 ^{ns}
Fungicida	4		
Resíduo	25	0,2579	0,2694
CV (%)	----	3,08	3,19
Média geral	----	16,50	16,27

** e * Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F respectivamente; ns = não significativo.

AACSM = Área abaixo da curva de severidade progresso da doença no terço médio;

AACSS = Área abaixo da curva de severidade progresso da doença no terço superior;

ANEXO 6. Resumo da análise de variância para a produtividade e massa de 100 grãos em função da adubação potássica e aplicação de fungicida. Dourados-MS, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo	
		Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)
Doses de K	4	34173,48 ^{ns}	0,1700 ^{ns}
Bloco	5	249149,4 ^{ns}	0,6791 ^{ns}
Erro A	20	97275,37	0,4175
Fungicida	1	4944578,0 ^{ns}	73,3123**
Doses de K * Fungicida	4	249068,32*	0,3103 ^{ns}
Resíduo	25	116453,6	0,4453
CV (%)	----	14,68	6,21
Média geral	----	2324,7	10,75

** e * Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F respectivamente; ns = não significativo.