

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INFLUÊNCIA DE DOSES REDUZIDAS DE
FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA
DA SOJA**

Giselle Feliciani Barbosa
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INFLUÊNCIA DE DOSES REDUZIDAS DE
FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA
DA SOJA**

Giselle Feliciani Barbosa

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Pessoa da Cruz Centurion

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GISELLE FELICIANI BARBOSA, nascida em Bauru/SP, no dia 18 de março de 1983, ingressou em agosto de 2001 na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) onde, em julho de 2006, recebeu o título de Engenheira Agrônoma. Durante a graduação, por três anos consecutivos recebeu o título de melhor aluna da turma, e ao final, o de melhor aluna do curso, com premiação pelo Conselho Regional de Arquitetura e Engenharia – CREA. Em agosto de 2006 iniciou o mestrado na UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV).

Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você
não conhece como eu mergulhei. Não se preocupe em
entender, viver ultrapassa qualquer entendimento.
(Clarice Lispector)

DEDICO

Àqueles que muitas vezes sacrificaram seus sonhos em
favor dos meus, meus pais:

José Lourenço e Inês.

Fonte do amor que me move.
Grandes responsáveis pelo meu sucesso.

À minha irmã, Grazielle, pelo amor, carinho e paciência.
À minha irmã Michelle (*in memoriam*), na certeza de que
sempre olha por mim e me guia.

OFEREÇO

À minha orientadora Maria Ap. Pessoa da Cruz Centurion, que quando deveria ser simplesmente professora, foi mestre, que quando deveria ser simplesmente mestre foi amiga e em sua amizade me compreendeu e incentivou a seguir meu caminho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença e proteção constante em minha vida, por me conceder serenidade necessária para aceitar as coisas que não posso mudar, coragem para mudar aquelas que posso e sabedoria para distinguir uma das outras.

Aos meus pais, José Lourenço e Inês, razão de tanto orgulho e amor, fonte de força e renovação, pelo amor incondicional e pelo incentivo constante.

À minha irmã, Grazielle, pela compreensão, por sempre me acolher, e por muitas vezes ser um pouco minha “mãe”.

À minha admirada orientadora, Maria Ap. Pessoa da Cruz Centurion, pela dedicação, pelos ensinamentos, pela paciência, pela amizade e por todo o suporte dado para a realização deste trabalho.

A todos os professores que encontrei durante os cinco anos de graduação, e os dois anos de mestrado, que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e crescimento.

Aos Srs. Sebastião e Osmar, fundamentais para a realização deste trabalho. Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP. Aos funcionários do departamento Rubens, Mauro, Geraldo, Lázaro, Nice, Luis, Carlos Alberto, Marisa, Mônica, enfim, minha homenagem e gratidão a todos que, pela amizade e respeito, ou pelo simples convívio ao longo destes anos, a mim se ligaram e de alguma forma contribuíram para que esta conquista se realizasse.

Aos meus “irmãozinhos” Cristian, Mariana, Elisangela, Beatriz, Helena, Élvio, Amanda e Arnold, e aos demais companheiros de departamento, pela convivência, colaboração e principalmente pelos momentos de descontração.

As minhas amigas e companheiras de república: Anna Carolina, Elaine e Patrícia, pela constante presença em minha vida, pelo convívio e pelas boas risadas.

A Anna Carolina, desde o início ao meu lado, amiga para todas as horas, mais que uma irmã, sempre pronta para me ouvir em todos os momentos. À Elaine, pelo companheirismo nesse último ano. À Camila, por ser, simplesmente, amiga, sempre parceira. Ao Bruno, ao Franco, ao Marcelo, e a todos os outros amigos que conquistei, pela ótima convivência no decorrer desses anos.

Àqueles que por algum motivo tentaram me fazer desistir, obrigada. Vocês me deram mais forças para continuar!

Muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	x
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução	1
2. Ferrugem asiática da soja	2
3. Controle da ferrugem asiática da soja	4
4. Eficiência, características e épocas de aplicação dos fungicidas recomendados para o controle	6
5. Qualidade de grãos e sementes de soja	8
CAPÍTULO 2 – APLICAÇÃO DE DOSES REDUZIDAS DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DA SOJA	10
Resumo	10
Introdução	11
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	15
Conclusões	28
CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA NA QUALIDADE DOS GRÃOS E SEMENTES DE SOJA	29
Resumo	29
Introdução	30
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão	36
Conclusões	49
REFERÊNCIAS	50

INFLUÊNCIA DE DOSES REDUZIDAS DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

RESUMO – Neste trabalho avaliou-se em duas cultivares de soja, uma de ciclo precoce e outra de ciclo médio (V Max e MG/BR-46 (Conquista)), os efeitos de doses reduzidas dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) e tebuconazol (Folicur[®]), com dois intervalos de aplicação (10 e 20 dias), no controle da ferrugem asiática e sua interferência nas características agrônômicas, produtividade, qualidade dos grãos e qualidade fisiológica das sementes. A avaliação da severidade da doença foi feita em intervalos de 10 dias, antecedendo as aplicações dos fungicidas, utilizando-se escala diagramática. Para a cultivar de ciclo precoce o uso de doses reduzidas de fungicidas teve pouco efeito sobre o patógeno em relação à severidade da doença. Para a cultivar de ciclo médio, essas não diferiram das doses recomendadas para o controle da ferrugem. Houve aumento na produtividade de grãos na cultivar MG/BR-46 (Conquista) com o uso de fungicidas, porém, na cultivar V Max, tal resultado não foi observado. Os testes de vigor indicaram que tanto as sementes da cultivar precoce como as da cultivar de ciclo médio foram classificadas como de baixa qualidade. A ocorrência da ferrugem asiática da soja comprometeu o desenvolvimento dos grãos na cultivar MG/BR-46 (Conquista), reduzindo seu tamanho, e, aumentando a quantidade de sementes retidas no fundo das peneiras. A qualidade do grão não foi influenciada pelas diferentes doses de fungicidas, mas a cultivar de ciclo médio MG/BR-46 (Conquista) apresentou maior porcentagem de grãos verdes e imaturos do que a cultivar V Max.

Palavras-Chave: controle químico, cultivares, *Glycine max* (L.) Merrill, intervalos de aplicação, *Phakopsora pachyrhizi*, grãos e sementes esverdeadas

INFLUENCE OF REDUCED FUNGICIDES DOSES ON SOYBEAN ASIAN RUST CONTROL

SUMMARY – This work was done to evaluate, in two soybean cultivars, one of early and the other of medium cycle (V Max and MG/BR-46 (Conquista)), the effects of reduced doses of the fungicides azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + mineral oil (Nimbus[®]) and tebuconazol (Folicur[®]), with two application intervals (10 and 20 days), on the control of soybean rust, as well as their effects on agronomics features, on yield, on grains and physiological seed quality. Disease severity assessment was done at 10 days intervals, before fungicide spraying, using a diagrammatic scale. For the early cultivar the use of reduced fungicide doses had little effect on the pathogen in relation to disease severity. For the medium cycle cultivar, reduced dose were not significantly different from the recommended doses for soybean rust control. There was yield increase on the cultivar MG/BR-46 (Conquista) with fungicide spraying; however, the same was not observed for the cultivar V Max. By the vigor tests, the both cultivars seeds presented a poor quality. On the cultivar MG/BR-46 (Conquista), the soybean Asian rust affected the grains development, reducing their size and increasing the discard. The quality of grain was not influenced by the different doses of fungicides, and the cultivar of medium cycle MG/BR-46 (Conquista) showed higher percentage of green and immature grains than cultivar V Max.

Keywords: chemical control, cultivars, *Glycine max* (L.) Merrill, application intervals, *Phakopsora pachyrhizi*, green soybean grain and seeds

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

No Brasil, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupa a maior área agrícola (cerca de 21 milhões de hectares), com produção de aproximadamente 60 milhões de toneladas na safra 2007/08, o que equivale a cerca de 42% do total da produção nacional de grãos e a 25% da produção mundial de soja. Confere ao país o status de segundo maior produtor mundial, superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2008).

A cultura da soja representa um dos elementos mais fortes da economia brasileira, transcendendo o meio rural, principalmente por ser produto de exportação, industrialização e com boas possibilidades de participação na dieta alimentar. Entre os principais fatores que limitam a exploração máxima do potencial de produtividade da soja estão as doenças. Grande número de doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foi constatado no Brasil (YORINORI, 1996).

As doenças da soja vêm assumindo cada vez mais importância para a cultura, determinando perdas pela redução na quantidade e qualidade dos grãos produzidos e pelo aumento dos custos da lavoura com a aplicação de fungicidas. Uma das doenças de maior importância é a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Esta é a principal doença da soja em áreas tropicais e subtropicais (CARVALHO JÚNIOR e FIGUEIREDO, 2000).

A queda prematura de folhas provocada pela ferrugem asiática diminui a capacidade fotossintética da planta, dificultando o processo de formação das sementes. Quanto mais precoce a desfolha, menor a massa das sementes e maior a perda de produtividade e de qualidade, resultando na formação de sementes verdes (YORINORI et al., 2004).

De acordo com YORINORI (2007), para controle eficiente da ferrugem, é fundamental que o planejamento seja feito antes da semeadura, com definição da época e período de semeadura e da população de plantas para bom arejamento foliar. A pulverização deve atingir o máximo de área foliar, com fungicidas de maior período residual e sistemicidade. A proteção das plantas deve ocorrer antes do surgimento das primeiras lesões (preventiva) ou no seu início, quando o potencial de inóculo está ainda baixo.

2. Ferrugem asiática da soja

A soja é infectada por duas espécies do gênero *Phakopsora*. A ferrugem americana causada por *P. meibomiae* é nativa do continente americano, ocorrendo desde Porto Rico, no Caribe, até o sul do Paraná (Ponta Grossa). A ferrugem asiática causada por *P. pachyrhizi*, presente há décadas na maioria dos países asiáticos, na Austrália, na África, foi constatada nas Américas na safra 2000/01. A ferrugem americana é considerada doença menos agressiva e de ocorrência endêmica, raramente causa perdas, ocorre em condições de temperaturas amenas (média abaixo de 25°C) e umidade relativa elevada, estando localizada nas regiões dos cerrados, em altitudes superiores a 800m, e na região sul do Brasil (EMBRAPA, 2006a).

A ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *P. pachyrhizi*, é considerada agressiva, e já causou danos na produção entre 10% a 40% na Tailândia, 10% a 90% na Índia, 10% a 50% no sul da China, 23% a 90% em Taiwan, e 40% no Japão (SINCLAIR e HARTMAN, 1999). A diferenciação das duas espécies pode ser feita por meio do teste de DNA (EMBRAPA, 2003).

O fungo *P. pachyrhizi* não havia sido relatado na América do Sul até 2001, quando foi observado pela primeira vez no Paraguai e já nas safras seguintes, ocasionou severas perdas na produtividade também no Brasil e na Argentina

(MILES et al., 2008). No presente, está disseminado pelas principais regiões produtoras de soja, com danos estimados em até 80% sob condições ótimas para o seu desenvolvimento. Devido a essa expansão, acentuados prejuízos técnicos e econômicos tem sido observados, que comprometem, sobremaneira, a rentabilidade dos produtores e a economia dos países onde a soja possui destaque dentro do agronegócio (YORINORI e LAZZAROTTO, 2004).

Disseminado pelo vento, esse fungo não encontra barreiras que o impeçam de se espalhar. Molhamento foliar prolongado por mais de 10 horas/dia, temperaturas variando de 15°C a mais de 30°C, e chuvas freqüentes são condições determinantes para o estabelecimento da doença (EMBRAPA, 2006a).

Os primeiros sintomas da ferrugem surgem no terço inferior da planta e são caracterizados por minúsculos pontos mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada. No ponto escuro, observa-se a presença de urédias, que progressivamente, adquirem cor castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, expelindo os uredósporos. Os uredósporos, de coloração hialina, tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento (ALMEIDA, 2005; YORINORI et al., 2004; BALARDIN, 2002).

Devido ao hábito biotrófico do fungo, em cultivares suscetíveis, as células infectadas morrem somente após ter ocorrido abundante esporulação, assim, as lesões não são facilmente visíveis no início da infecção. À medida que prossegue a esporulação do fungo, as lesões tornam-se facilmente visíveis em ambas às faces da folha (EMBRAPA, 2006a).

Na fase inicial de desenvolvimento, essa doença ainda pode ser confundida com outras doenças foliares, como a mancha parda (*Septoria glycines*), o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), a pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*) e os danos por herbicidas de pós-emergência (YORINORI e LAZZAROTTO, 2004).

A ferrugem asiática da soja possui alto potencial de dano à cultura, sendo que plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e a massa final dos grãos (SOARES et al., 2004).

Na infecção por *P. pachyrhizi*, quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade, formando os denominados grãos verdes. Em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou no início da granação, pode causar o aborto e a queda das vagens, resultando até em perda total do rendimento (EMBRAPA, 2003).

A limitada fonte de resistência genética diante da variabilidade do fungo e a presença contínua do inóculo em soja “safrinha”, plantas guaxas na entressafra, soja perene (*Neonotonia wightii*) e plantas daninhas hospedeiras (*Desmodium* spp.), tornam difícil a solução unicamente por esse caminho, a curto e médio prazo. A forma de controle mais eficiente no momento é o controle químico (YORINORI e LAZZAROTTO, 2004).

A ocorrência inicial e a maior ou menor severidade dependem das condições climáticas e da proximidade da fonte de inóculo, podendo variar grandemente de um ano para outro (YORINORI et al., 2004).

3. Controle da ferrugem asiática da soja

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas conjuntas. Quando a doença já está ocorrendo, o controle químico com fungicidas é, até o momento, o principal método de controle (SOARES et al., 2004). Na falta de cultivares resistentes/tolerantes à ferrugem, resta o controle químico. Todavia, para que esse método seja eficiente, é fundamental que a aplicação do fungicida seja baseado em levantamento criterioso e no conhecimento da ocorrência da

doença na região e/ou na lavoura. O uso indevido ou aplicação em momento inadequado poderá resultar em aumento do custo de produção e/ou controle deficiente (YORINORI et al., 2004). O gasto com controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) vem aumentando a cada safra e já atingiu o valor estimado de três bilhões de dólares (YORINORI, 2007).

A disponibilidade limitada de cultivares resistentes faz com que o manejo da cultura, por meio de épocas de semeadura e aplicação de produtos fitossanitários, seja uma alternativa, devendo ser feito de forma racional para não inviabilizar a cultura e agredir o meio ambiente de forma indiscriminada (GODOY e CANTERI, 2004).

Outras medidas a serem tomadas consistem em estratégias como: utilizar cultivares mais precoces, semeadas no início da época recomendada para cada região; evitar o prolongamento do período de semeadura; observar se há condições de temperatura e umidade favoráveis ao patógeno; evitar cultivos adensados e vistoriar a lavoura desde os estádios iniciais de desenvolvimento da planta (SOARES et al., 2004, YORINORI e LAZZAROTTO, 2004).

Sabe-se que o uso de cultivares resistentes já é quase uma realidade, porém, a resistência não será duradoura se não houver um esforço contínuo para redução das fontes de inóculo da entressafra e das plantas guaxas. O fungo *P. pachyrhizi* é capaz de expressar ou desenvolver novas raças patogênicas, capazes de quebrar a resistência de novas variedades. Portanto, o uso de cultivares resistentes ou tolerantes não dispensa totalmente o emprego de fungicidas e deve ser entendido como uma forma de reduzir o número de aplicações. Considera-se essa tecnologia como parte do manejo integrado recomendado para a cultura da soja (YORINORI, 2007).

A diversidade das condições climáticas que ocorre de um ano para outro e o prolongado período de semeadura da soja nas diferentes regiões, torna difícil a recomendação de uma medida padrão de controle que satisfaça a todas as regiões (EMBRAPA, 2003).

4. Eficiência, características e épocas de aplicação dos fungicidas recomendados para o controle

O nível de eficiência de controle da ferrugem depende da severidade da doença no momento da aplicação, da sistemicidade, eficácia e dosagem do fungicida, do equipamento de pulverização, do volume da calda, do tamanho das gotas, da densidade de plantas que favorece a máxima cobertura pelo fungicida, do estágio fenológico de desenvolvimento da cultura e ciclo das cultivares, das condições meteorológicas no momento da aplicação, entre outros (YORINORI et al., 2004).

GODOY e CANTERI (2004), em experimento com fungicidas em casa de vegetação, observaram que os produtos testados, já registrados para a cultura da soja, pertencentes aos grupos estrobilurinas e triazóis, sozinhos e em misturas, são eficientes no controle de *P. pachyrhizi*. Neste mesmo experimento, os fungicidas reduziram a infecção quando aplicados na ausência de sintomas, durante o período de incubação, no entanto, nenhum impediu o desenvolvimento da doença, atuando de forma erradicante.

Testes sobre a eficiência de fungicidas indicaram que os ingredientes ativos encontrados em dois grupos principais de fungicidas sistêmicos, formados pelos triazóis e estrobilurinas e pela mistura pronta dos dois, já usados para o controle do oídio (*Erysiphe diffusa*) e de outras doenças que aparecem no final do ciclo da cultura (*Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines*), controlam também a ferrugem (REIS et al., 2007; GODOY, 2005).

O efeito protetor ou residual dos fungicidas refere-se à proteção da planta conferida pela aplicação do produto antes da deposição do patógeno. O efeito curativo é aquele onde ocorre atenuação dos sintomas ou reparação dos danos provocados pelo patógeno, sendo uma ação dirigida contra o patógeno, após o estabelecimento de seu contato efetivo com o hospedeiro. O efeito erradicante é a atuação direta sobre o patógeno, na sua fonte de inóculo (KIMATI, 1995).

Segundo EMBRAPA (2006a), dos fungicidas registrados para o controle da ferrugem, alguns produtos são indicados apenas como preventivos/protetores (de 0 – 1% de incidência, ou seja, de zero a uma planta com pelo menos uma lesão de ferrugem em 100 plantas vistoriadas) e outros também como curativos (até 5% de incidência).

A execução preventiva do controle químico possibilita uma ação do produto no momento em que a planta demanda maior proteção e previamente ao momento em que o patógeno inicia seu estabelecimento no hospedeiro (BALARDIN, 2002).

A presença de mais de um grupo com eficiência comprovada é importante no que diz respeito ao manejo de resistência de fungos a fungicidas. Fungicidas com modo de ação específico oferecem maior risco de seleção de populações resistentes do patógeno, devendo-se, dessa forma, alternar produtos com diferentes modos de ação ou utilizar misturas prontas dos dois grupos (KIMATI, 1995).

Os estádios de aplicação do fungicida podem ser definidos como o momento mais oportuno para conferir proteção à planta contra o ataque de fitopatógenos. Este momento é determinado principalmente pelo conjunto dos fatores climáticos, estádios fenológicos da cultura e nível de infecção das doenças (BALARDIN, 2002).

Os fungicidas de ação protetora, quando necessários, devem ser reaplicados com intervalos de 10 a 15 dias. Caso as condições climáticas sejam favoráveis e se houver elevado potencial de inóculo na região, substituir esses fungicidas por produtos de ação curativa. Sendo necessário, estes devem ser reaplicados em intervalos de 20 a 25 dias (YORINORI et al., 2004).

Segundo BALARDIN (2002) o controle químico da ferrugem deve ser realizado a partir do início do florescimento (R1) sempre que sinais do patógeno ou condições meteorológicas predisponentes ao desenvolvimento da doença forem observados.

O momento da primeira e demais aplicações, se necessárias, será determinado pelas condições climáticas, pela presença e/ou severidade da doença na propriedade ou na região, pela idade das plantas de soja, pela extensão das lavouras e, principalmente, pela eficácia e poder residual dos fungicidas escolhidos (YORINORI et al., 2004). Estudos evidenciam que, em condições severas de epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de dez dias (GODOY e CANTERI, 2004).

Devido a grande importância da ferrugem asiática da soja, vários estudos estão sendo realizados para garantir ao produtor rural melhores condições e tecnologias mais eficazes para o controle das mesmas.

5. Qualidade de grãos e sementes de soja

A qualidade da semente de soja, principalmente em regiões tropicais, pode ser influenciada por diversos fatores, que ocorrem antes e durante a colheita e em todas as demais etapas de produção. Dentre esses fatores destacam-se os danos mecânicos, causados nas operações de colheita e de beneficiamento, danos causados por percevejos e deterioração por intempéries. Esse último fator abrange, entre outras condições, períodos de seca, extremos de temperatura durante a maturação e fortes flutuações das condições de umidade ambiente, facilitando o aparecimento de sementes com altos índices de deterioração por umidade (FRANÇA NETO et al., 2000).

Plantas imaturas, sujeitas a estresses bióticos ou abióticos, que resultam em morte prematura ou maturação forçada, poderão produzir semente e grão esverdeados, o que resultará em acentuada redução das suas qualidades, além de severa redução da produtividade da lavoura (FRANÇA NETO et al., 2005).

Existem várias situações em que a clorofila, pigmento verde que funciona como receptor da energia luminosa no processo de fotossíntese, se transforma em

parâmetro negativo, propiciando redução de vigor e do poder germinativo em sementes de soja (ZORATO et al., 2007).

Sob circunstâncias normais, a planta amadurece e a enzima clorofilase degrada as clorofilas, resultando na coloração normal da semente de soja. No verão, quando o clima é quente e seco, durante os últimos estádios de maturação da semente, a atividade desta enzima é influenciada. Acredita-se que, com a morte prematura da planta e, conseqüentemente, a maturação forçada da semente, a atividade da enzima clorofilase cessa antes de toda a clorofila ser degradada (FRANÇA NETO et al., 2005).

A queda prematura de folhas provocada pela ferrugem asiática diminui a capacidade fotossintética da planta, dificultando o processo de formação das sementes. Quanto mais precoce a desfolha, menor a massa das sementes e maior a perda de produtividade e de qualidade, resultando na formação de sementes verdes (YORINORI et al., 2004).

MANDARINO (2005) relata que grãos verdes apresentam basicamente o mesmo percentual de proteína que grãos maduros, entretanto, em média, apresentam de 2% a 3% a menos de óleo, óleo esse que apresentará maior acidez, além de ter um custo maior de refino, pois a remoção da clorofila do óleo exige processos específicos. Como as clorofilas são potentes agentes oxidantes, a qualidade do óleo contaminado com clorofila poderá ser prejudicada, caso o mesmo seja armazenado na presença de luz. Além disso, grãos verdes proporcionam um menor rendimento na produção de isolados protéicos.

Dessa maneira, é fundamental que se faça a remoção da clorofila dos produtos de soja e de seus derivados ou, então, que a ocorrência de grão verde seja evitada. A presença dos pigmentos, mesmo em pequenas quantidades, aumenta o custo de refinação do óleo e reduz o valor comercial do grão. Os lotes com grão nessas condições não podem ser comercializados no mercado internacional, fato que se torna relevante frente ao enorme volume de exportação (FRANÇA NETO et al., 2005).

CAPÍTULO 2 – APLICAÇÃO DE DOSES REDUZIDAS DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DA SOJA

Aplicação de doses reduzidas de fungicidas no controle da ferrugem asiática e produtividade da soja

RESUMO – Uma das doenças de maior importância para a cultura da soja é a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* e um dos principais métodos de controle é o químico, através do uso de fungicidas. Neste trabalho avaliou-se em duas cultivares de soja, uma de ciclo precoce e outra de ciclo médio (V Max e MG/BR-46 (Conquista)), os efeitos de doses reduzidas dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) e tebuconazol (Folicur[®]), com dois intervalos de aplicação (10 e 20 dias), no controle da ferrugem asiática e sua interferência nas características agrônômicas e produtividade da soja. A avaliação da severidade da doença foi feita em intervalos de 10 dias, antecedendo as aplicações dos fungicidas, utilizando-se escala diagramática. As doses reduzidas de fungicidas não diferiram das doses recomendadas para o controle da ferrugem asiática em ambas as cultivares. Com o uso de fungicidas obteve-se maior produtividade de grãos na cultivar MG/BR-46 (Conquista), porém, na cultivar V Max, tal resultado não foi obtido.

Palavras-Chave: controle químico, cultivares, *Glycine max* (L.) Merrill, intervalos de aplicação, *Phakopsora pachyrhizi*

Introdução

No Brasil, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupa a maior área agrícola (cerca de 21 milhões de hectares), com produção de aproximadamente 60 milhões de toneladas na safra 2007/08, o que equivale a cerca de 42% do total da produção nacional de grãos e a 25% da produção mundial de soja. Confere ao país o status de segundo maior produtor mundial, superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2008).

A cultura da soja representa um dos elementos mais fortes da economia brasileira, transcendendo o meio rural, principalmente por ser um produto de exportação, industrialização e com boas possibilidades de participação na dieta alimentar. Entre os principais fatores que limitam a exploração máxima do potencial de produtividade da soja estão as doenças. Um grande número de doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus foi constatado no Brasil (YORINORI, 1996).

As doenças da soja vêm assumindo cada vez mais importância para a cultura, determinando perdas pela redução na quantidade e qualidade dos grãos produzidos e pelo aumento dos custos da lavoura com a aplicação de fungicidas. Uma das doenças de maior importância é a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Esta é a principal doença da soja em áreas tropicais e subtropicais (CARVALHO JUNIOR e FIGUEIREDO, 2000).

Os primeiros sintomas da ferrugem são caracterizados por minúsculos pontos mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada. No ponto escuro, observa-se a presença de urédias, que progressivamente, adquirem cor castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, expelindo os uredósporos. Os uredósporos, de coloração hialina, tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento (ALMEIDA et al., 2005; YORINORI et al., 2004 e BALARDIN, 2002). Devido ao hábito biotrófico do fungo, em cultivares suscetíveis, as células

infectadas morrem somente após ter ocorrido abundante esporulação, assim, as lesões não são facilmente visíveis, no início da infecção. À medida que prossegue a esporulação do fungo, as lesões tornam-se facilmente visíveis em ambas as faces da folha (EMBRAPA, 2006a).

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas conjuntas. Quando a doença está ocorrendo, o controle químico com fungicidas é, até o momento, o principal método de controle (SOARES et al., 2004). Todavia, para que esse método seja eficiente, é fundamental que a aplicação do fungicida seja baseada em levantamento criterioso e no conhecimento da ocorrência da doença na região e/ou na lavoura. O uso indevido ou aplicação em momento inadequado pode resultar em aumento do custo de produção ou controle deficiente (YORINORI et al., 2004; GODOY e CANTERI, 2004).

Reduções de custo de produção poderiam advir de menores gastos com a aplicação de fungicidas, como por exemplo, com o uso de doses reduzidas. Desta forma, considerando a importância da ferrugem asiática para a cultura da soja, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses reduzidas de fungicidas no desenvolvimento da doença, e seus reflexos no desenvolvimento e na produtividade da soja.

Material e Métodos

Os trabalhos foram desenvolvidos na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, com coordenadas geográficas 21° 15' 29" de latitude Sul e 48° 16' 47" de longitude Oeste de Greenwich, e altitude média de 614 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho eutroférico, típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006b). O clima é do tipo Cwa, segundo o sistema de classificação

de Köppen. A precipitação média anual é de 1425mm, a temperatura média anual é de 22,2 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

As semeaduras foram realizadas no dia 30/11/2006, utilizando-se as cultivares de soja V Max e MG/BR-46 (Conquista), de ciclo precoce e médio, respectivamente.

O preparo do solo foi realizado através de aração mais gradagens. Pouco antes da semeadura, as sementes foram tratadas com os fungicidas carbendazim + tiram (Derosal Plus[®]) e com o inseticida tiametoxam (Cruiser[®]) nas doses de 30 + 70 g i.a./100 kg de sementes e 0,70 g i.a./kg de sementes, respectivamente, e inoculante na dose recomendada pelo fabricante. Na adubação de semeadura foram utilizados 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 0-20-20, considerando as recomendações de RAIJ et al. (1997). Para o controle de plantas daninhas utilizaram-se os herbicidas trifluralina (Trifluralina 445 CE[®]) e S-metolachlor (Dual Gold 960 CE[®]) nas doses de 801 e 1440 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, e capina manual quando necessário.

Em cada experimento foram testados 14 tratamentos, combinando-se sete doses dos fungicidas e dois intervalos de aplicação. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições e unidade experimental constituída por quatro linhas de 4,0 m de comprimento espaçadas em 0,45 m e estande de 16 a 18 plantas m⁻¹.

Os tratamentos foram: 100% da dose recomendada de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5% de óleo mineral (OM) (60 + 24 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹); 100% da dose recomendada de tebuconazol (100 g i.a. ha⁻¹); 50% de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5% de OM (30 + 12 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹); 50% de tebuconazol (50 g i.a. ha⁻¹); 50% de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5 % de OM e 50% de tebuconazol aplicados alternadamente (30 + 12 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹ e 50 g i.a. ha⁻¹); 25% de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5 % de OM e 25% de tebuconazol aplicados alternadamente (15 + 6 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹ e 25 g i.a. ha⁻¹); mais testemunha sem fungicidas, em dois intervalos de aplicação, 10 e 20 dias.

As aplicações dos fungicidas foram efetuadas com pulverizador costal, à pressão constante de $1,75 \text{ kgf cm}^{-2}$ (mantida pelo CO_2 comprimido), munido de barra com quatro bicos cones espaçados em 0,45 m, e consumo de calda de 250 L ha^{-1} .

Foi realizado o monitoramento da ocorrência de pragas e, quando necessário houve a aplicação do inseticida endossulfam (Thiodan[®]), na dose de $525 \text{ g i.a. ha}^{-1}$.

Para a estimativa da severidade da doença foi usada a escala diagramática proposta por GODOY et al. (2006) (Figura 1). Essa avaliação corresponde a porcentagem de área foliar coberta pelos sintomas da doença em questão e foi realizada em quatro pontos nas linhas centrais de cada parcela, nos terços inferior, médio e superior das plantas, totalizando 12 folíolos por parcela. Esses foram colocados em sacos plásticos e levados ao laboratório para a estimativa da severidade no terço inferior, médio e superior das plantas.



Figura 1. Escala diagramática da severidade de ferrugem asiática em soja (*Glycine max*) (porcentagem de área foliar infectada), Godoy et al. (2006).

As avaliações da severidade da ferrugem asiática foram efetuadas em intervalos de 10 dias, após o surgimento dos primeiros sintomas e antecedendo as aplicações dos fungicidas testados.

Por ocasião da colheita foi efetuada a contagem de plantas na linha de semeadura para determinação da densidade de plantas. Nesse momento, para as avaliações da altura de plantas na maturidade, altura de inserção do primeiro legume, número total de vagens por planta e porcentagem de vagens chochas

foram coletadas 10 plantas da área útil de cada parcela. Para a determinação da produtividade, as plantas da área útil de cada parcela foram trilhadas, os grãos pesados, e os dados transformados em kg ha^{-1} (13% de umidade – base úmida). Foram retiradas quatro amostras de 100 grãos por parcela para determinação da massa de 100 grãos.

Os dados de cada experimento foram submetidos a análise de variância pelo teste F, no esquema fatorial 7×2 (doses dos fungicidas $\times$ intervalos de aplicação), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Os resultados da estimativa da severidade da doença, número de vagens por planta, porcentagem de vagens chochas por planta, massa de 100 grãos e produtividade também foram submetidos a análise de correlação linear dois a dois.

Os dados originais da estimativa da severidade da ferrugem asiática e da porcentagem de vagens chochas por planta foram transformados por $\arcsen \sqrt{x/100}$. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional ESTAT (BARBOSA et al., 1992).

Resultados e Discussão

O ciclo da cultura foi de 104 dias para a cultivar V Max e de 126 para a MG/BR-46 (Conquista), correspondendo ao número de dias entre a semeadura e o estágio de desenvolvimento R9, de acordo com a escala fenológica de RITCHIE et al. (1982), adaptada por YORINORI (1996) e publicada nos documentos da EMBRAPA (2006a).

Os primeiros sintomas de ferrugem asiática foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plantas, no estágio de desenvolvimento R6 da cultivar V Max e R4 da MG/BR-46 (Conquista). Foram realizadas duas pulverizações com

fungicidas nas plantas da cultivar V Max e cinco nas plantas da MG/BR-46 (Conquista).

Com relação a severidade da doença (Tabela 1), para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), a doença não ocorreu tão tardiamente como na cultivar V Max, atingindo as plantas nos estádios críticos correspondentes a formação de vagens e de grãos (R4 e R5). Sendo assim, as plantas permaneceram em contato com o patógeno por período maior, sendo possível a realização de um número maior de avaliações (quatro) e, também, necessitando de maior número de pulverizações. No início das avaliações, antes da primeira pulverização, as plantas apresentavam em média 5,8% de área foliar infectada. Observa-se para esta cultivar (Tabela 1) que não houve diferenças estatísticas significativas entre doses recomendadas e doses reduzidas de ambos fungicidas testados tanto no intervalo de 10 dias como no de 20 dias entre as aplicações. Apenas o tratamento com fungicida tebuconazol, testado na dose reduzida a 50% da recomendada apresentou maior nível de incidência de ferrugem asiática na segunda avaliação, não diferindo da testemunha, entretanto, também não diferiu dos demais tratamentos.

Os fungicidas controlaram bem a doença até o início do amarelecimento de folhas e vagens, depois disso, os tratamentos com fungicidas não diferiram mais da testemunha e as plantas apresentaram intensa desfolha.

Para a cultivar V Max, a interação entre doses dos fungicidas e intervalos de aplicação foi significativa (Tabela 1). Com o desdobramento, apresentado na Tabela 2 verificou-se que, em uma condição de infecção tardia como ocorrido na safra 2006/07, não houve influência das doses reduzidas dos fungicidas aplicados com intervalos de 10 dias no nível de infecção da ferrugem. Quando o intervalo entre as aplicações é de 20 dias, o maior controle foi proporcionado por 100% da dose recomendada do tebuconazol, sendo que as doses reduzidas dos fungicidas não proporcionaram bom controle da doença. Nesta cultivar a severidade inicial, antes da primeira pulverização, era de 8,0% de área foliar infectada, e, ao todo

Tabela 1. Estimativa da severidade da ferrugem asiática em soja, cultivares V Max e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	% de área foliar infectada				
	V Max	MG/BR-46 (Conquista)			
	1ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação
Doses dos fungicidas (F)					
Testemunha	31,77	27,34	39,82 A	35,51 A	38,04
100% AZ + CP + OM	28,85	25,98	28,57 B	20,25 C	30,92
100% TB	25,93	27,08	29,86 B	23,71 BC	35,26
50% AZ + CP + OM	28,10	25,23	31,95 B	21,51 BC	36,31
50% TB	30,56	25,98	34,90 AB	26,31 B	38,10
50% AZ + CP + OM / 50% TB	28,86	25,87	30,21 B	23,87 BC	36,82
25% AZ + CP + OM / 25% TB	29,82	25,31	34,40 B	25,70 BC	33,95
Teste F	4,07**	0,41 ^{NS}	5,13**	13,24**	1,67 ^{NS}
DMS	4,07	5,50	7,57	6,03	8,66
Intervalos (I)					
10	28,89	26,29	31,47	25,57	35,41
20	29,36	25,92	33,01	24,96	35,84
Teste F	0,45 ^{NS}	0,16 ^{NS}	1,40 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,08 ^{NS}
DMS	1,42	1,91	2,64	2,10	3,01
F x I	4,14**	0,50 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,46 ^{NS}
CV (%)	8,99	13,55	15,11	15,37	15,64

Dados transformados em $\arccos \sqrt{\frac{x}{100}}$.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à estimativa da severidade da ferrugem asiática em soja, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	% de área foliar infectada	
	Intervalos de aplicação (I)	
	10 dias	20 dias
Testemunha	30,79 a	32,74 a A
100% AZ + CP + OM	30,71 a	26,99 b AB
100% TB	28,70 a	23,17 b B
50% AZ + CP + OM	26,97 a	29,22 a A
50% TB	29,12 a	32,01 a A
50% AZ + CP + OM / 50% TB	28,66 a	29,06 a A
25% AZ + CP + OM / 25% TB	27,32 b	32,31 a A
DMS (F)		5,75
DMS (I)		3,75

Dados transformados em $\arccos \sqrt{\frac{x}{100}}$.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

foram realizadas apenas duas avaliações. Ainda pode-se observar que, no geral, não houve diferença estatística significativa entre os diferentes fungicidas testados em diferentes doses quando aplicados em intervalos de 10 ou 20 dias. Apenas os tratamentos em que se aplicou 100% da dose recomendada, tanto do azoxystrobina + ciproconazol + OM como do tebuconazol, apresentaram menor nível de infecção de ferrugem quando aplicados em intervalos de 20 dias, destacando-se o resultado obtido com a aplicação do tebuconazol no intervalo de 20 dias.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios referentes a população de plantas, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem da cultivar V Max. Através da população de plantas, que foi ajustada para 380 mil plantas ha⁻¹ em média, observou-se a uniformidade do ensaio. A altura média das plantas ficou um pouco abaixo do esperado para essa cultivar, mas, segundo SEDIYAMA et al. (1999), ainda permite a colheita mecanizada da soja com baixo índice de perdas. A altura média de inserção da primeira vagem ficou dentro do esperado para a cultivar. Vale lembrar que, quando a doença ocorreu, as plantas já apresentavam

granação completa e vagens formadas, não havendo, portanto, influencia dos tratamentos testados.

Tabela 3. Valores médios de população, altura de plantas e de inserção da primeira vagem, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	População (plantas ha ⁻¹)	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção da 1ª vagem (cm)
Doses dos fungicidas (F)			
Testemunha	395.833	59,0	8,0
100% AZ + CP + OM	390.974	58,0	8,0
100% TB	388.541	60,0	10,0
50% AZ + CP + OM	388.194	61,0	9,0
50% TB	387.846	61,0	7,0
50% AZ + CP + OM / 50% TB	370.484	59,0	8,0
25% AZ + CP + OM / 25% TB	361.806	61,0	8,0
Intervalos (I)			
10	382.143	61,0	9,0
20	384.622	58,0	8,0
Média	383.383	59,9	8,2

Para o número de vagens por planta e massa de 100 grãos da cultivar V Max (Tabela 4), a interação entre as doses dos fungicidas e os intervalos de aplicação foi significativa. No seu desdobramento (Tabela 5), para os tratamentos em que se utilizou 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM, 100% tebuconazol e 25% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 25% de tebuconazol, houve maior número de vagens por planta nas parcelas pulverizadas em intervalos de 10 dias. Nos demais tratamentos não houve diferença entre os intervalos de pulverização para essa característica avaliada. Quanto a massa de 100 grãos, pelo desdobramento constatou-se que dentro do intervalo de 20 dias os tratamentos não diferiram entre si, mas, diferiram da testemunha, que apresentou a menor massa. No intervalo de 10 dias não houve diferença entre os tratamentos. Verificou-se também que, com o uso de 25% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 25% de tebuconazol, o intervalo de pulverização de 20 dias proporcionou redução significativa na massa de 100 grãos.

Tabela 4. Número de vagens por planta, porcentagem de vagens chochas por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos em soja, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	Nº de vagens planta ⁻¹	% de vagens chochas planta ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Doses dos fungicidas (F)				
Testemunha	29,85	7,01	13,94	2.795
100% AZ + CP + OM	29,45	4,42	14,80	2.961
100% TB	30,36	5,57	14,69	3.002
50% AZ + CP + OM	30,65	5,60	15,03	3.168
50% TB	31,92	6,34	14,71	3.041
50% AZ + CP + OM / 50% TB	31,91	6,46	14,80	2.959
25% AZ + CP + OM / 25% TB	32,15	4,78	14,94	3.198
Teste F	1,03 ^{NS}	0,95 ^{NS}	3,42**	1,81 ^{NS}
DMS	4,75	4,19	0,85	447
Intervalos (I)				
10	32,01	5,65	14,83	3.069
20	29,78	5,83	14,56	2.966
Teste F	7,47**	0,06 ^{NS}	3,47 ^{NS}	1,81 ^{NS}
DMS	1,65	1,46	0,30	155
F x I	2,35*	0,79 ^{NS}	2,79*	1,32 ^{NS}
CV (%)	9,89	46,92	3,71	9,52

(¹) Dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Pelo teste F, ** Significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao número de vagens por plantas e a massa de 100 grãos em soja, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	Nº de vagens planta ⁻¹		Massa de 100 grãos (g)	
	Intervalos de aplicação (I)			
	10 dias	20 dias	10 dias	20 dias
Testemunha	29,65 a	30,05 a	14,61 a	13,27 b B
100% AZ + CP + OM	31,68 a	27,23 b	14,85 a	14,75 a A
100% TB	33,15 a	27,58 b	14,67 a	14,69 a A
50% AZ + CP + OM	31,50 a	29,80 a	14,73 a	15,33 a A
50% TB	32,80 a	31,04 a	14,93 a	14,49 a A
50% AZ + CP + OM / 50% TB	30,30 a	33,53 a	14,72 a	14,88 a A
25% AZ + CP + OM / 25% TB	35,03 a	29,28 b	15,34 a	14,54 b A
DMS (F)	6,71		1,20	
DMS (I)	4,37		0,78	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

Não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para a porcentagem de vagens chochas por planta e para produtividade. O efeito da doença sobre perdas na produtividade não foi significativo, possivelmente, pela sua ocorrência tardia nessa cultivar.

Os valores médios de população, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem para a cultivar MG/BR-46 (Conquista) estão na Tabela 6. A população de plantas ficou um pouco abaixo do ajustado para o experimento, mas ainda assim, uniforme e dentro do recomendado para a cultivar. A altura de plantas observada foi bem próxima a altura média normalmente apresentada pela cultivar MG/BR-46 (Conquista), já a altura de inserção da primeira vagem foi superior ao esperado, talvez pelo fato da doença ter ocorrido nessa cultivar ainda em fases críticas relacionadas a formação de vagens e grãos.

Tabela 6. Valores médios de população, altura de plantas e de inserção da primeira vagem, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	População (plantas ha ⁻¹)	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção da 1ª vagem (cm)
Doses dos fungicidas (F)			
Testemunha	340.625	84,0	25,0
100% AZ + CP + OM	325.694	84,0	23,0
100% TB	335.416	85,0	24,0
50% AZ + CP + OM	324.999	84,0	23,0
50% TB	346.876	80,0	23,0
50% AZ + CP + OM / 50% TB	350.000	85,0	24,0
25% AZ + CP + OM / 25% TB	330.209	83,0	24,0
Intervalos (I)			
10	332.738	83,0	24,0
20	339.782	84,0	24,0
Média	336.260	83,6	23,6

Para o número de vagens por planta, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. Contudo, para a porcentagem de vagens chochas por planta os fungicidas apresentaram diferenças estatísticas significativas para a cultivar MG/BR-46 (Conquista) (Tabela 7). Os tratamentos não diferiram entre si, diferindo apenas da testemunha, que apresentou

porcentagem de vagens chochas por planta superior a todos os tratamentos (54 a 90 %). A ferrugem asiática da soja possui alto potencial de dano à cultura, pois pode causar rápido amarelecimento e queda das folhas, prejudicando a plena formação dos grãos (SOARES et al., 2004). A ocorrência da doença nessa cultivar ainda em fases reprodutivas iniciais contribuiu para a maior formação de vagens chochas nas plantas que não receberam fungicidas.

Com relação a massa de 100 grãos e produtividade (Tabela 7) houve significância da interação entre fungicidas e intervalos de aplicação, cujo desdobramento encontra-se na Tabela 8. Para massa de 100 grãos, tanto no intervalo de 10 como no de 20 dias, esta característica foi influenciada pelos diferentes fungicidas e doses testadas. Em ambos os intervalos, todos os tratamentos diferiram da testemunha, apresentando maior massa de 100 grãos. No intervalo de 10 dias o tratamento 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM foi o melhor, resultando em 37,9% de massa superior aos grãos da testemunha. Todavia, o tratamento 100% tebuconazol, foi o menos eficiente, embora ainda tenha ocasionado massa 16,6% superior a testemunha. Dentro do intervalo de 20 dias, não houve diferença entre os tratamentos, com média de 26,2 a 38,8% a mais de massa do que a testemunha. Para os fungicidas testados, observou-se que a massa de 100 grãos foi superior no intervalo de 10 dias quando se usou 100% de azoxystrobina + ciproconazol + OM, e superior no intervalo de 20 dias, quando pulverizado 100% de tebuconazol. Como não houve diferenças entre os intervalos de pulverização para as menores doses, essas podem ser usadas de 20 em 20 dias sem prejuízos para a massa de 100 grãos.

Tabela 7. Número de vagens por planta, porcentagem de vagens chochas por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	Nº de vagens planta ⁻¹	% de vagens chochas planta ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Doses dos fungicidas (F)				
Testemunha		25,60 A	9,00	1.472
100% AZ + CP + OM	33,85	13,77 B	12,95	3.304
100% TB	42,95	15,13 B	11,43	2.858
50% AZ + CP + OM	37,90	13,46 B	12,40	3.064
50% TB	36,50	16,61 B	11,21	2.427
50% AZ + CP + OM / 50% TB	39,36	14,91 B	12,32	3.104
25% AZ + CP + OM / 25% TB	35,45	15,66 B	11,97	2.739
Teste F	1,58 ^{NS}	18,68**	50,07**	38,49**
DMS	10,39	4,24	0,80	436
Intervalos (I)				
10	37,54	16,34	11,64	2.654
20	38,13	16,56	11,58	2.765
Teste F	0,11 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,23 ^{NS}	2,20 ^{NS}
DMS	3,62	1,48	0,28	152
F x I	1,05 ^{NS}	1,44 ^{NS}	5,22**	3,88**
CV (%)	17,67	16,60	4,46	10,35

(¹) Dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Tabela 8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a massa de 100 grãos e produtividade de grãos em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	Massa de 100 grãos (g)		Intervalos de aplicação (I)		Produtividade (kg ha ¹)	
	10 dias	20 dias	10 dias	20 dias		
Testemunha	9,11a	E	1.533,96a	C	1.409,06a	C
100% AZ + CP + OM	13,57a	A	3.281,49a	A	3.327,48a	A
100% TB	10,63 b	D	2.410,87 b	B	3.304,24a	A
50% AZ + CP + OM	12,53a	AB	3.255,23a	A	2.873,34a	AB
50% TB	11,20a	CD	2.373,60a	B	2.481,11a	B
50% AZ + CP + OM / 50% TB	12,43a	AB	3.049,02a	A	3.158,00a	A
25% AZ + CP + OM / 25% TB	12,04a	BC	2.674,57a	AB	2.804,19a	AB
DMS (F)	1,14				616,30	
DMS (I)	0,74				401,34	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

A produtividade de grãos foi influenciada pelos fungicidas testados nos dois intervalos de aplicação (Tabela 8). Quando os produtos foram aplicados em intervalos de 10 dias, os tratamentos com 100% de azoxystrobina + ciproconazol + OM, 50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM e 50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% de tebuconazol resultaram nas maiores produtividades, média de 3195 kg ha⁻¹, cerca de 1660 kg ha⁻¹ a mais que a testemunha. No intervalo de 20 dias, os tratamentos que proporcionaram produtividades de grãos superiores foram 100% de azoxystrobina + ciproconazol + OM, 100% tebuconazol e 50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% de tebuconazol, em média, 1850 kg ha⁻¹ mais produtivos do que a testemunha. Em ambos intervalos de aplicação, todos os fungicidas diferiram significativamente da testemunha e apresentaram produtividades superiores. Apenas para o tratamento 100% tebuconazol houve diferença estatística significativa entre os intervalos de aplicação, com produtividade de grãos 37,0% maior no intervalo de 20 dias do que no de 10 dias.

Em ambos os intervalos de pulverização o tratamento com 50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% de tebuconazol não diferiu dos melhores tratamentos quanto à produtividade de grãos, indicando que, para cultivares de ciclo médio e com ocorrência de infecção ainda no início das fases reprodutivas, as doses dos fungicidas podem ser reduzidas sem perdas na eficiência do controle. Pode-se ressaltar ainda a importância da alternância de produtos para reduzir os riscos de seleção de populações resistentes do patógeno. O tratamento com 50% tebuconazol, que não foi tão eficiente no controle da ferrugem, diferiu da testemunha em relação a produtividade, entretanto, não foi equivalente aos melhores tratamentos.

Quando as variáveis são independentes, o coeficiente de correlação linear é o mais indicado para medir o grau de relação entre elas (PEIXOTO et al., 2000).

Na cultivar V Max (Tabela 9) ocorreram correlações lineares significativas e positivas apenas entre massa de 100 grãos e produtividade. Porém o nível de

infecção de ferrugem, não apresentou correlações significativas com as variáveis estudadas. Justificado pela ocorrência tardia da doença nessa cultivar.

Tabela 9. Coeficientes de correlação linear simples (r) entre nível de infecção de ferrugem (NI), número de vagens por planta (NVP), porcentagem de vagens chochas por planta (PVCP), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG), cultivar V Max.

(1)	NI	NVP	PVCP	MCG
NVP	0,09 ^{ns}	-	-	-
PVCP	0,36 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-	-
MCG	- 0,48 ^{ns}	0,30 ^{ns}	- 0,26 ^{ns}	-
PG	- 0,28 ^{ns}	0,36 ^{ns}	- 0,33 ^{ns}	0,88 ^{**} (2)

(1) número de pares utilizados na correlação igual a 14. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo; (2) $y = - 1835,30 + 330,17 x$.

Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), o nível de infecção da doença esteve negativamente correlacionado à massa de 100 grãos e produtividade da soja. O nível de infecção também apresentou correlações significativas, mas positivas, com a porcentagem de vagens chochas por planta. Ainda, observaram-se correlações significativas e positivas da produtividade de grãos com o número de vagens por planta e com a massa de 100 grãos. A porcentagem de vagens chochas por planta apresentou correlações negativas com massa de 100 grãos e produtividade, evidenciando a influência da severidade da ferrugem (Tabela 10).

Tabela 10. Coeficientes de correlação linear simples (r) entre nível de infecção de ferrugem (NI), número de vagens por planta (NVP), porcentagem de vagens chochas por planta (PVCP), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG), cultivar MG/BR-46 (Conquista).

(1)	NI	NVP	PVCP	MCG
NVP	- 0,43 ^{ns}	-	-	-
PVCP	0,95 ^{**} (2)	- 0,48 ^{ns}	-	-
MCG	- 0,92 ^{**} (3)	0,49 ^{ns}	- 0,93 ^{**} (6)	-
PG	- 0,94 ^{**} (4)	0,58 [*] (5)	- 0,93 ^{**} (7)	0,95 ^{**} (8)

(1) número de pares utilizados na correlação igual a 14. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade; significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo; (2) $y = - 2,75 + 0,59 x$; (3) $y = 14,80 - 0,17 x$; (4) $y = 4196,09 - 81,70 x$; (5) $y = - 929,02 + 95,23 x$; (6) $y = 13,90 - 0,28 x$; (7) $y = 3769,99 - 132,07 x$; (8) $y = - 2520,08 + 448,78 x$.

A severidade com que a ferrugem asiática tem ocorrido, bem como os prejuízos causados, têm sido variáveis desde sua constatação em 2001 conforme

a região e o ano agrícola, dependendo, principalmente, da existência de condições climáticas favoráveis. Desta forma, torna-se imprescindível a continuidade desta pesquisa, incluindo análises de custo, que possam auxiliar o sojicultor a tomar decisões mais seguras que garantam maior estabilidade ao setor.

Conclusões

- Tanto para a cultivar precoce, em que a ferrugem ocorreu no final do ciclo, como para a de ciclo médio, em que a doença atingiu a folhagem em fases críticas relacionadas à formação de vagens e grãos, as doses reduzidas não diferiram das doses recomendadas no que se refere ao nível de infecção da ferrugem asiática.
- Na cultivar MG/BR-46 (Conquista) houve maior influência da doença na produtividade de grãos. Mesmo assim, alguns tratamentos em que se utilizaram doses reduzidas de fungicidas (50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM e 50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% de tebuconazol), proporcionaram níveis de produtividade semelhantes ao tratamento em que se utilizou a dose recomendada do azoxystrobina + ciproconazol + OM.

CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA NA QUALIDADE DOS GRÃOS E SEMENTES DE SOJA

Influência do controle da ferrugem asiática na qualidade dos grãos e sementes de soja

RESUMO – Avaliou-se em duas cultivares de soja, uma de ciclo precoce e outra de ciclo médio (V Max e MG/BR-46 (Conquista)), os efeitos do uso de doses reduzidas dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) e tebuconazol (Folicur[®]), com dois intervalos de aplicação (10 e 20 dias) para o controle da ferrugem asiática na qualidade dos grãos e na qualidade fisiológica das sementes. Não houve influência das doses reduzidas dos fungicidas na qualidade fisiológica das sementes. Os testes de vigor indicaram que tanto as sementes da cultivar precoce como as da cultivar de ciclo médio apresentaram baixa qualidade. A ocorrência da ferrugem asiática da soja comprometeu o desenvolvimento dos grãos na cultivar MG/BR-46 (Conquista), reduzindo seu tamanho, e, aumentando a quantidade de sementes retidas no fundo das peneiras. As doses reduzidas também não diferiram das recomendadas com relação à qualidade do grão e, para a cultivar de ciclo médio, em que a doença ocorreu com maior severidade, a qualidade do grão foi inferior.

Palavras-Chave: doses reduzidas de fungicidas, *Glycine max* (L.) Merrill, intervalos de aplicação, *Phakopsora pachyrhizi*, grãos e sementes esverdeadas

Introdução

As doenças da soja vêm assumindo cada vez mais importância para a cultura, determinando perdas pela redução na quantidade e qualidade dos grãos produzidos e pelo aumento dos custos da lavoura com a aplicação de fungicidas. Uma das doenças de maior importância é a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Esta é a principal doença da soja em áreas tropicais e subtropicais (CARVALHO JUNIOR e FIGUEIREDO, 2000).

A ferrugem asiática da soja possui alto potencial de dano à cultura, plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e a massa final dos grãos (SOARES et al., 2004). Em casos severos, pode resultar em perda total do rendimento.

A qualidade da semente de soja, principalmente em regiões tropicais, pode ser influenciada por diversos fatores, que ocorrem antes e durante a colheita e em todas as demais etapas de produção. Dentre esses fatores destacam-se os danos mecânicos, causados nas operações de colheita e de beneficiamento, danos causados por percevejos e deterioração por intempéries. Esse último fator abrange, entre outras condições, períodos de seca, extremos de temperatura durante a maturação e fortes flutuações das condições de umidade ambiente, facilitando o aparecimento de sementes com altos índices de deterioração por umidade (FRANÇA NETO et al., 2000).

O vigor das sementes é o reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições de ambiente (MARCOS FILHO, 1994). De acordo com POPINIGIS (1985), a qualidade da semente é definida como a somatória de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas geneticamente puras e de alta produtividade.

A porcentagem de germinação e o vigor, características importantes na determinação da qualidade fisiológica das sementes de soja podem sofrer alterações em função da época de semeadura, adubação e da população (NAKAGAWA et al., 1982). Os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, e, de crescimento e avaliação de plântulas, são alguns dos mais usados para determinação do vigor das sementes (VIEIRA et al., 1994).

Na comercialização dos grãos de soja o Ministério da Agricultura (BRASIL, 1986) considera os seguintes aspectos: umidade, impurezas físicas, grãos quebrados, grãos avariados (brotados, ardidados, mofados, imaturos, chochos) e grãos esverdeados.

Segundo o Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992) são considerados como imaturos, os grãos verdes que não atingiram desenvolvimento completo (menores do que os demais, portanto, fáceis de serem retirados com peneiras) e esverdeados, os grãos que apresentam cor esverdeada no tegumento e nos cotilédones em decorrência da maturação forçada (não diferem quanto ao tamanho dos demais grãos, dificultando sua separação).

Sementes de soja podem apresentar a coloração esverdeada, resultado de diversos fatores. Estresses ambientais, que resultam na morte prematura da planta ou em maturação forçada da mesma, podem ocasionar a produção de sementes esverdeadas: doenças de raiz, como fusariose, de haste, como cancro da haste, e de folhas, como a ferrugem asiática; intenso ataque de insetos, principalmente percevejos sugadores; déficit hídrico (seca ou veranico) durante as fases finais de enchimento de grãos e de maturação, principalmente se associado com elevadas temperaturas; e ocorrência de geada intensa, que pode resultar na morte prematura da planta (FRANÇA NETO et al., 2005).

Por causar queda prematura de folhas, a ferrugem asiática diminui a capacidade fotossintética da planta, dificultando o processo de formação das sementes. Quanto mais precoce a desfolha, menor o tamanho das sementes e maior a perda de produtividade e de qualidade, resultando na formação de sementes verdes (YORINORI et al., 2004).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do uso de doses reduzidas de fungicidas para o controle da ferrugem asiática sobre a qualidade dos grãos e qualidade fisiológica das sementes produzidas por duas cultivares de soja.

Material e Métodos

Os trabalhos foram desenvolvidos na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, com coordenadas geográficas 21° 15' 29" de latitude Sul e 48° 16' 47" de longitude Oeste de Greenwich, e altitude média de 614 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho eutroférico, típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006b). O clima é do tipo Cwa, segundo o sistema de classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 1425mm, a temperatura média anual é de 22,2 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

As sementeiras foram realizadas no dia 30/11/2006, utilizando-se as cultivares de soja V Max e MG/BR-46 (Conquista), de ciclo precoce e médio, respectivamente.

O preparo do solo foi realizado através de aração mais gradagens. Previamente à sementeira, as sementes foram preparadas através do tratamento com os fungicidas carbendazim + tiram (Derosal Plus®) e com o inseticida tiametoxam (Cruiser®) nas doses de 30 + 70 g i.a./100 kg de sementes e 0,70 g i.a./kg de sementes, respectivamente, e inoculante na dose recomendada pelo fabricante. Na adubação de sementeira foram utilizados 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 0-20-20, considerando as recomendações de RAIJ et al. (1997). Para o controle de plantas daninhas utilizaram-se os herbicidas trifluralina (Trifluralina 445 CE®) e S-metolachlor (Dual Gold 960 CE®) nas doses de 801 e 1440 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, e capina manual quando necessário.

Em cada experimento foram testados 14 tratamentos, combinando-se sete doses dos fungicidas e dois intervalos de aplicação. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições e unidade experimental constituída por quatro linhas de 4,0 m de comprimento espaçadas em 0,45 m e estande de 16 a 18 plantas m^{-1} .

Os tratamentos foram: 100% da dose recomendada de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5% de óleo mineral (OM) ($60 + 24 \text{ g i.a. ha}^{-1} + 1,25 \text{ L ha}^{-1}$); 100% da dose recomendada de tebuconazol ($100 \text{ g i.a. ha}^{-1}$); 50% de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5% de OM ($30 + 12 \text{ g i.a. ha}^{-1} + 1,25 \text{ L ha}^{-1}$); 50% de tebuconazol ($50 \text{ g i.a. ha}^{-1}$); 50% de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5 % de OM e 50% de tebuconazol aplicados alternadamente ($30 + 12 \text{ g i.a. ha}^{-1} + 1,25 \text{ L ha}^{-1}$ e $50 \text{ g i.a. ha}^{-1}$); 25% de azoxystrobina + ciproconazol + 0,5 % de OM e 25% de tebuconazol aplicados alternadamente ($15 + 6 \text{ g i.a. ha}^{-1} + 1,25 \text{ L ha}^{-1}$ e $25 \text{ g i.a. ha}^{-1}$); mais testemunha sem fungicidas, em dois intervalos de aplicação, 10 e 20 dias.

As aplicações dos fungicidas foram efetuadas com pulverizador costal, à pressão constante de $1,75 \text{ kgf cm}^{-2}$ (mantida pelo CO_2 comprimido), munido de barra com quatro bicos cones espaçados em 0,45 m, e consumo de calda de 250 L ha^{-1} .

Foi realizado o monitoramento da ocorrência de pragas e, quando necessário houve a aplicação do inseticida endossulfam (Thiodan[®]), na dose de $525 \text{ g i.a. ha}^{-1}$.

Para estimar a severidade da ferrugem asiática da soja foi usada a escala diagramática proposta por GODOY et al. (2006) (Figura 1). Essa avaliação corresponde a porcentagem de área foliar coberta pelos sintomas da doença em questão e foi realizada em quatro pontos nas linhas centrais de cada parcela, nos terços inferior, médio e superior das plantas, totalizando 12 folíolos por parcela. Esses foram colocados em sacos plásticos e levados ao laboratório para a estimativa da severidade no terço inferior, médio e superior das plantas.



Figura 1. Escala diagramática da severidade de ferrugem asiática em soja (*Glycine max*) (porcentagem de área foliar infectada), Godoy et al. (2006).

As avaliações da severidade da ferrugem asiática foram efetuadas em intervalos de 10 dias, após o surgimento dos primeiros sintomas e antecedendo as aplicações dos fungicidas testados.

As plantas da área útil de cada parcela foram colhidas, as vagens debulhadas e as amostras das quatro repetições de cada tratamento foram reunidas e homogeneizadas para as avaliações da qualidade fisiológica das sementes, classificação das sementes por tamanho e qualidade dos grãos.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, utilizando-se como substrato areia esterilizada, umedecida a 60% da capacidade de retenção de água, mantidas em condições ambientes (BRASIL, 1992). As avaliações foram realizadas no quinto e oitavo dias após a semeadura, contando-se o número de plântulas normais, anormais e sementes mortas. Simultaneamente, foi determinada a velocidade de emergência das plântulas. A partir do dia em que surgiram as primeiras plântulas normais, foram realizadas contagens diárias do número de plântulas emergidas para calcular o índice de velocidade de germinação (IVG) que foi feito através da fórmula de MAGUIRE (1962), em que:

$$IVG = G_1/D_1 + G_2/D_2 + \dots + G_n/D_n$$

Onde,

$G_1, G_2, \dots, G_n$ = número de radículas emergidas, observadas no intervalo da primeira, segunda, ..., última contagem;

$D_1, D_2, \dots, D_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

Seguindo a metodologia proposta por MARCOS FILHO (1994), para o teste de envelhecimento acelerado foram usadas quatro repetições de sementes por tratamento, em quantidade suficiente para a formação de uma camada única e uniforme sobre a tela de alumínio fixada em caixa plástica tipo “gerbox”, contendo no fundo 40mL de água destilada. As caixas foram mantidas em câmara de germinação com temperatura ajustada para 41 °C por 48 horas. Em seguida, foi efetuado o teste de germinação seguindo os critérios estabelecidos nas RAS (BRASIL, 1992).

A condutividade elétrica foi determinada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento com tegumento não danificado. As sementes foram pesadas, embebidas em 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara de germinação com temperatura ajustada para 25 °C por 24 horas, de acordo com LOEFFLER et al. (1988). Para a leitura da condutividade elétrica foi usado o aparelho Analyser 600.

Para a classificação das sementes por tamanho, todas as sementes colhidas na área útil das parcelas foram pesadas e submetidas a uma sequência de peneiras manuais com crivos circulares (12, 14, 15, 16, e 17) por aproximadamente um minuto. As sementes retidas em cada uma das peneiras foram pesadas e as porcentagens de retenção calculadas.

Para avaliar a qualidade dos grãos, quatro sub-amostras de 100 grãos por tratamento foram pesadas, e após avalaiação, calcularam-se as porcentagens em massa de grãos verdes, imaturos e normais.

Os dados de cada experimento foram submetidos a análise de variância pelo teste F, no esquema fatorial 7 x 2 (doses dos fungicidas x intervalos de aplicação), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de

probabilidade. Os dados originais de envelhecimento acelerado e germinação foram transformados por $\text{arcosen } \sqrt{\frac{y}{100}}$.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional ESTAT (BARBOSA et al., 1992).

Resultados e Discussão

O ciclo da cultura foi de 104 dias para a cultivar V Max e de 126 para a MG/BR-46 (Conquista), correspondendo ao número de dias entre a semeadura e o estágio de desenvolvimento R9, de acordo com a escala fenológica de RITCHIE et al. (1982), adaptada por YORINORI (1996) e publicada nos documentos da EMBRAPA (2006a).

Os primeiros sintomas de ferrugem asiática foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plantas, no estágio de desenvolvimento R6 da cultivar V Max e R4 da MG/BR-46 (Conquista). Foram realizadas duas pulverizações com fungicidas nas plantas da cultivar V Max e cinco nas plantas da MG/BR-46 (Conquista).

Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), a doença atingiu as plantas nos estádios críticos correspondentes a formação de vagens e de grãos, assim, as plantas permaneceram em contato com o patógeno por período maior, necessitando de maior número de pulverizações. O nível de infecção inicial para esta cultivar foi em média 5,8% de área foliar infectada. Na Tabela 1, observa-se que não houve diferenças estatísticas significativas entre doses recomendadas e doses reduzidas de ambos fungicidas testados tanto no intervalo de 10 dias como no de 20 dias entre as aplicações. Apenas o tratamento com fungicida tebuconazol, testado na dose reduzida a 50% da recomendada apresentou maior nível de incidência de ferrugem asiática na segunda avaliação, não diferindo da testemunha, entretanto, também não diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 1. Estimativa da severidade da ferrugem asiática em soja, cultivares V Max e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	% de área foliar infectada				
	V Max		MG/BR-46 (Conquista)		
	1ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação
Doses dos fungicidas (F)					
Testemunha	31,77	27,34	39,82 A	35,51 A	38,04
100% AZ + CP + OM	28,85	25,98	28,57 B	20,25 C	30,92
100% TB	25,93	27,08	29,86 B	23,71 BC	35,26
50% AZ + CP + OM	28,10	25,23	31,95 B	21,51 BC	36,31
50% TB	30,56	25,98	34,90 AB	26,31 B	38,10
50% AZ + CP + OM / 50% TB	28,86	25,87	30,21 B	23,87 BC	36,82
25% AZ + CP + OM / 25% TB	29,82	25,31	34,40 B	25,70 BC	33,95
Teste F	4,07**	0,41 ^{NS}	5,13**	13,24**	1,67 ^{NS}
DMS	4,07	5,50	7,57	6,03	8,66
Intervalos (I)					
10	28,89	26,29	31,47	25,57	35,41
20	29,36	25,92	33,01	24,96	35,84
Teste F	0,45 ^{NS}	0,16 ^{NS}	1,40 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,08 ^{NS}
DMS	1,42	1,91	2,64	2,10	3,01
F x I	4,14**	0,50 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,46 ^{NS}
CV (%)	8,99	13,55	15,11	15,37	15,64

Dados transformados em $\arccos \sqrt{\frac{x}{100}}$.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Os fungicidas controlaram bem a doença até o início do amarelecimento de folhas e vagens, depois disso, os tratamentos com fungicidas não diferiram mais da testemunha e as plantas apresentaram intensa desfolha.

O nível de infecção inicial da ferrugem para a cultivar V Max era de 8,0% de área foliar infectada. Para esta cultivar, houve interação entre doses dos fungicidas e intervalos de aplicação (Tabela 1). Com o desdobramento, apresentado na Tabela 2 verificou-se que, em uma condição de infecção tardia como ocorrido na safra 2006/07, não houve influência das doses reduzidas dos fungicidas aplicados com intervalos de 10 dias no nível de infecção da ferrugem.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à estimativa da severidade da ferrugem asiática em soja, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	% de área foliar infectada	
	Intervalos de aplicação (I)	
	10 dias	20 dias
Testemunha	30,79 a	32,74 a A
100% AZ + CP + OM	30,71 a	26,99 b AB
100% TB	28,70 a	23,17 b B
50% AZ + CP + OM	26,97 a	29,22 a A
50% TB	29,12 a	32,01 a A
50% AZ + CP + OM / 50% TB	28,66 a	29,06 a A
25% AZ + CP + OM / 25% TB	27,32 b	32,31 a A
DMS (F)	5,75	
DMS (I)	3,75	

Dados transformados em $\arccos \sqrt{\frac{y}{100}}$.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

Quando o intervalo entre as aplicações é de 20 dias, o maior controle foi proporcionado por 100% da dose recomendada do tebuconazol, sendo que as doses reduzidas dos fungicidas não proporcionaram bom controle da doença. Ainda pode-se observar que, no geral, não houve diferença estatística significativa entre os diferentes fungicidas testados em diferentes doses quando aplicados em intervalos de 10 ou 20 dias. Apenas os tratamentos em que se aplicou 100% da

dose recomendada, tanto do azoxystrobina + ciproconazol + OM como do tebuconazol, apresentaram menor nível de infecção de ferrugem quando aplicados em intervalos de 20 dias, destacando-se o resultado obtido com a aplicação do tebuconazol no intervalo de 20 dias.

Os dados referentes a qualidade fisiológica das sementes são apresentados na Tabela 3. A condutividade elétrica das sementes não sofreu interferência das doses e fungicidas usados, bem como dos intervalos de pulverização em ambas cultivares. As sementes provenientes das áreas em que se utilizaram doses reduzidas exibiu desempenho semelhante ao das áreas onde foram usadas doses recomendadas. Todos os tratamentos foram enquadrados dentro de um padrão de vigor considerado como baixo, segundo VIEIRA (1994).

No teste de germinação (Tabela 3), o percentual de plântulas normais nos tratamentos não diferiram entre si nas duas cultivares, e, apresentaram valores consideravelmente baixos, de acordo com o proposto por MARCOS FILHO (1999).

A interação entre doses dos fungicidas e intervalos de aplicação foi significativa para os resultados de envelhecimento acelerado nas duas cultivares. Na Tabela 4 está apresentado o desdobramento da interação para a cultivar V Max, e, para esta, os fungicidas e doses usados não influenciaram a qualidade das sementes em nenhum dos intervalos de pulverização. Apenas para o tratamento 100% tebuconazol houve diferença entre os intervalos, e, observou-se maior porcentagem de plântulas normais quando as plantas foram pulverizadas de 10 em 10 dias. Nos relatos de MENDONÇA et al. (2000), sementes de menor qualidade se deterioraram de forma mais rápida do que as mais vigorosas, quando expostas às condições adversas de alta temperatura e umidade relativa no teste de envelhecimento acelerado.

A baixa qualidade fisiológica das sementes pode ter ocorrido devido a ocorrência de chuvas freqüentes e redução da radiação solar no período de formação dos grãos.

Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação, cultivares V Max e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	CE ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	EA ¹	IVG	Germinação ¹
Cultivar V Max				
Doses dos fungicidas (F)				
Testemunha	177,10	28,28	5,10	44,74
100% AZ + CP + OM	156,65	31,86	5,80	48,86
100% TB	177,82	30,46	6,02	49,80
50% AZ + CP + OM	170,42	33,24	5,24	45,14
50% TB	168,46	32,43	6,41	51,06
50% AZ + CP + OM / 50% TB	163,58	31,26	6,09	50,36
25% AZ + CP + OM / 25% TB	164,39	30,69	5,62	47,25
Teste F	0,55 ^{NS}	1,10 ^{NS}	1,07 ^{NS}	1,03 ^{NS}
DMS	44,92	6,74	2,00	11,08
Intervalos (I)				
10	171,69	31,83	5,66	47,68
20	165,00	30,52	5,84	48,61
Teste F	0,75 ^{NS}	1,28 ^{NS}	0,28 ^{NS}	0,24 ^{NS}
DMS	15,63	2,35	0,70	3,86
F x I	0,55 ^{NS}	2,35*	1,00 ^{NS}	0,98 ^{NS}
CV (%)	17,17	13,91	22,30	14,81
Cultivar MG/BR-46 (Conquista)				
Doses dos fungicidas (F)				
Testemunha	139,83	51,25	6,59	57,75
100% AZ + CP + OM	137,19	49,57	5,24	46,14
100% TB	136,99	53,05	7,40	55,95
50% AZ + CP + OM	142,62	53,80	5,39	57,78
50% TB	123,52	55,77	7,78	56,19
50% AZ + CP + OM / 50% TB	151,83	50,24	7,70	57,44
25% AZ + CP + OM / 25% TB	140,40	53,85	7,57	56,23
Teste F	1,29 ^{NS}	2,50*	2,86 ^{NS}	1,44 ^{NS}
DMS	32,63	6,19	2,84	15,15
Intervalos (I)				
10	140,40	51,25	6,51	53,29
20	137,41	53,76	7,11	57,42
Teste F	0,28 ^{NS}	5,55*	1,48 ^{NS}	2,51 ^{NS}
DMS	11,36	2,15	0,99	5,27
F x I	1,66 ^{NS}	3,39**	1,26 ^{NS}	1,55 ^{NS}
CV (%)	15,11	7,59	26,86	17,62

¹ Dados transformados em arcosen $\sqrt{\frac{x}{100}}$.

Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao envelhecimento acelerado, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	Envelhecimento acelerado	
	Intervalos de aplicação (I)	
	10 dias	20 dias
Testemunha	29,83 a	26,72 a
100% AZ + CP + OM	31,92 a	31,80 a
100% TB	35,20 a	25,71 b
50% AZ + CP + OM	34,30 a	32,19 a
50% TB	30,89 a	33,97 a
50% AZ + CP + OM / 50% TB	28,75 a	33,78 a
25% AZ + CP + OM / 25% TB	31,92 a	29,47 a
DMS (F)	9,53	
DMS (I)	6,21	

Dados transformados em $\arccos \sqrt{\frac{x}{100}}$.

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento realizado para o envelhecimento acelerado na cultivar MG/BR-46 (Conquista) (Tabela 5), verificou-se que não houve influência dos fungicidas no intervalo de 20 dias. Já no menor intervalo, as sementes do tratamento 25% azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 25% tebuconazol e as do tratamento 50% tebuconazol apresentaram melhor desempenho no teste, diferindo, entretanto, apenas dos tratamentos 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM e 50% azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% tebuconazol. Nos tratamentos 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM e 50% azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% tebuconazol as sementes apresentaram maior vigor no intervalo de 20 dias.

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao envelhecimento acelerado, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	Envelhecimento acelerado	
	Intervalos de aplicação (I)	
	10 dias	20 dias
Testemunha	49,91 a AB	52,60
100% AZ + CP + OM	46,14 b B	53,00
100% TB	51,43 a AB	54,68
50% AZ + CP + OM	51,12 a AB	56,49
50% TB	56,22 a A	55,32
50% AZ + CP + OM / 50% TB	46,44 b B	54,03
25% AZ + CP + OM / 25% TB	57,50 a A	50,19
DMS (F)	8,75	
DMS (I)	5,70	

Dados transformados em $\arccos \sqrt{\frac{x}{100}}$.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados obtidos na classificação das sementes por tamanho da cultivar V Max. Verificou-se que o fator doses dos fungicidas interferiu na porcentagem de retenção de todas as peneiras, com exceção da peneira 12 e do fundo.

Para as peneiras 15 e 16, onde a maior parte das sementes ficaram retidas, a interação entre doses dos fungicidas e intervalos de aplicação foi significativa. Com o desdobramento, apresentado na Tabela 7, observou-se que, não houve influência das doses reduzidas dos fungicidas aplicados em intervalos de 10 dias. Quando o intervalo foi de 20 dias, a maior retenção de sementes na peneira 16 ocorreu no tratamento em que se usou 100% tebuconazol, e esse, diferiu estatisticamente da testemunha e dos tratamentos 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM, 50% azoxystrobina + ciproconazol + OM e 50% tebuconazol. Na peneira 15, o tratamento 100% tebuconazol apresentou a menor retenção de sementes. Nos tratamentos em que se aplicaram doses reduzidas dos produtos alternados e naquele em que se usou a dose recomendada do tebuconazol a maior quantidade de sementes ficou retida no intervalo de 20 dias, na peneira 16, e no intervalo de 10 dias, na peneira 15.

Tabela 6. Médias da porcentagem de retenção de sementes nas peneiras 12, 14, 15, 16, 17 e fundo, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	% de retenção					
	P. 17	P. 16	P. 15	P. 14	P. 12	Fundo
Doses dos fungicidas (F)						
Testemunha	6,62 B	41,26	31,62	15,00 A	5,04	0,37
100% AZ + CP + OM	10,06 AB	39,83	32,51	13,09 AB	4,16	0,36
100% TB	13,26 A	45,94	26,60	10,40 B	3,48	0,33
50% AZ + CP + OM	11,95 AB	37,55	34,04	12,68 AB	3,48	0,30
50% TB	12,49 A	39,73	30,41	12,85 AB	4,15	0,36
50% AZ + CP + OM / 50% TB	12,81 A	42,59	29,00	11,87 AB	3,40	0,33
25% AZ + CP + OM / 25% TB	13,63 A	43,28	28,09	11,21 AB	3,46	0,34
Teste F	3,90**	2,50*	3,74**	2,61*	2,33 ^{NS}	0,86 ^{NS}
DMS	5,48	7,67	5,93	4,04	1,75	0,12
Intervalos (I)						
10	11,36	39,11	32,25	12,95	3,94	0,37 A
20	11,73	43,80	25,40	11,94	3,82	0,32 B
Teste F	0,15 ^{NS}	12,60**	14,22**	2,11 ^{NS}	0,16 ^{NS}	4,77*
DMS	1,91	2,67	2,06	1,41	0,61	0,04
F x I	1,36 ^{NS}	2,93*	4,03**	0,86 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,72 ^{NS}
CV (%)	30,54	11,91	12,58	20,91	29,06	23,28

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Tabela 7. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a porcentagem de retenção das sementes nas peneiras 15 e 16, cultivar V Max, pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	Peneira 16 (%)		Peneira 15 (%)	
	Intervalos de aplicação (I)			
	10 dias	20 dias	10 dias	20 dias
Testemunha	42,34 a	40,18 a B	31,04 a	32,20 a A
100% AZ + CP + OM	39,50 a	40,14 a B	32,94 a	32,08 a A
100% TB	38,37 b	53,52 a A	32,83 a	20,37 b B
50% AZ + CP + OM	36,71 a	38,40 a B	35,52 a	32,56 a A
50% TB	38,96 a	40,51 a B	29,10 a	31,73 a A
50% AZ + CP + OM / 50% TB	38,24 b	46,94 a A B	33,19 a	24,83 b A B
25% AZ + CP + OM / 25% TB	39,67 b	46,90 a A B	31,11 a	25,06 b A B
DMS (F)	10,85		8,38	
DMS (I)	7,07		5,46	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista) (Tabela 8) as doses dos fungicidas foram significativas para as peneiras 14, 16, 17 e fundo. Nas de maior tamanho (16 e 17), os melhores tratamentos foram 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM, 100% tebuconazol e 50% azoxystrobina + ciproconazol + OM. Na peneira 14, houve maior retenção das sementes do tratamento 25% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 25% de tebuconazol, e esse só diferiu do tratamento em que se usou 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM e da testemunha. No fundo das peneiras a maior quantidade de sementes retidas foi das parcelas não pulverizadas com fungicidas.

Ainda com relação a classificação das sementes por tamanho na cultivar MG/BR-46 (Conquista) houve interação significativa entre doses dos fungicidas e intervalos de aplicação para as peneiras 12 e 15. No desdobramento (Tabela 9), verificou-se para a peneira 12 que tanto no intervalo de 10 como no de 20 dias, as sementes do tratamento testemunha foram as que apresentaram maior porcentagem de retenção. Nessa peneira, as plantas tratadas com os fungicidas alternados na dose de 50% da recomendada tiveram maior número de sementes retidas no intervalo de 20 dias. Com o desdobramento, observou-se ainda, que na

Tabela 8. Médias da porcentagem de retenção de sementes nas peneiras 12, 14, 15, 16, 17 e fundo, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	% de retenção					
	P. 17	P. 16	P. 15	P. 14	P. 12	Fundo
Doses dos fungicidas (F)						
Testemunha	0,95	C	13,88	26,07	B	45,88
100% AZ + CP + OM	9,65	A	24,88	26,10	B	20,37
100% TB	5,37	B	25,27	29,73	AB	23,83
50% AZ + CP + OM	7,17	AB	25,71	28,51	AB	21,20
50% TB	3,84	BC	21,13	30,43	AB	31,34
50% AZ + CP + OM / 50% TB	4,52	BC	25,74	29,32	AB	25,25
25% AZ + CP + OM / 25% TB	3,83	BC	23,03	31,57	A	27,96
Teste F	10,05**	19,86**	15,15**	3,21*	24,45**	23,59**
DMS	3,83	3,90	4,83	5,15	7,23	2,05
Intervalos (I)						
10	5,85	A	23,11	28,42		4,00
20	4,24	B	22,50	29,21		4,24
Teste F	5,98*	1,36 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,79 ^{NS}	2,53 ^{NS}	0,45 ^{NS}
DMS	1,33	1,36	1,68	1,80	2,52	0,71
F x I	1,94 ^{NS}	1,67 ^{NS}	3,12*	0,81 ^{NS}	2,41*	1,75 ^{NS}
CV (%)	48,81	22,28	13,64	11,50	16,63	32,07

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Tabela 9. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a porcentagem de retenção das sementes nas peneiras 15 e 16, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Doses dos fungicidas (F)	Peneira 15 (%)			Peneira 12 (%)		
	Intervalos de aplicação (I)					
	10 dias	20 dias	10 dias	20 dias	10 dias	20 dias
Testemunha	13,85 a C	13,92 a B	45,22 a A	46,54 a A		
100% AZ + CP + OM	22,68 a AB	27,08 a A	20,83 a B	19,91 a D		
100% TB	23,56 a AB	27,00 a A	27,06 a B	20,59 a CD		
50% AZ + CP + OM	26,72 a AB	24,71 a A	19,56 a B	22,65 a CD		
50% TB	21,72 a B	20,54 a AB	29,36 a B	33,31 a B		
50% AZ + CP + OM / 50% TB	29,41 a A	22,07 bA	20,06 b B	30,44 a BC		
25% AZ + CP + OM / 25% TB	23,85 a AB	22,21 a A	26,70 a B	29,21 a BCD		
DMS (F)	6,84			10,22		
DMS (I)	4,45			6,66		

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas referem-se à comparação de tratamentos nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

peneira 15, as sementes mais retidas foram as do tratamento 50% de azoxystrobina + ciproconazol + OM alternado com 50% de tebuconazol, no menor intervalo de pulverização. No intervalo de 20 dias não houve diferenças entre doses recomendadas e reduzidas, exceto o tratamento 50 % tebuconazol, que não diferiu da testemunha, e apresentou menor porcentagem de sementes retidas.

As médias gerais indicam que cerca de 80% das sementes da cultivar V Max ficaram retidas nas peneiras 14, 15 e 16, e da cultivar MG/BR-46 (Conquista) nas peneiras 12, 14 e 15. A maior severidade da doença na cultivar de ciclo médio levou a uma redução geral no tamanho das sementes. A cultivar MG/BR-46 (Conquista) apresentou maior quantidade de sementes que só foram retidas no fundo das peneiras do que a cultivar V Max. Os tratamentos que receberam doses reduzidas dos fungicidas, no geral, não diferiram dos que receberam doses recomendadas com relação a porcentagem de retenção nas peneiras em que ficaram retidas as maiores quantidades de sementes.

Com relação a qualidade dos grãos (Tabela 10), para a cultivar V Max, não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para a porcentagem de grãos normais, verdes e imaturos. A ocorrência da doença nessa cultivar não comprometeu a boa formação dos grãos por ter sido tardia.

Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista) (Tabela 10), a qualidade dos grãos de soja foi significativamente influenciada pelos intervalos de aplicação dos fungicidas. A porcentagem de grãos normais foi superior nos tratamentos pulverizados em intervalos de 20 dias, enquanto a porcentagem de grãos verdes e imaturos foi inferior nesse intervalo e maior quando os produtos foram aplicados de 10 em 10 dias. Nessa cultivar, a ferrugem asiática ocorreu precocemente, atingindo as folhas das plantas nos estádios de desenvolvimento R4-R5, fases críticas relacionadas à formação de vagens e grãos, o que pode ter contribuído para essa considerável quantidade de grãos imaturos.

Tabela 10. Valores médios da porcentagem de grãos normais, verdes e imaturos, cultivares V Max e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com diferentes doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB) em dois intervalos de aplicação.

Tratamentos	% de grãos normais	% de grãos verdes	% de grãos imaturos
	Cultivar V Max		
Doses dos fungicidas (F)			
Testemunha	95,88	1,01	3,12
100% AZ + CP + OM	95,21	2,15	2,63
100% TB	95,53	2,04	2,44
50% AZ + CP + OM	95,32	1,44	3,24
50% TB	97,00	1,33	1,68
50% AZ + CP + OM / 50% TB	95,37	1,67	2,96
25% AZ + CP + OM / 25% TB	94,33	1,60	4,08
Teste F	0,93 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,97 ^{NS}
DMS	3,66	1,75	3,32
Intervalos (I)			
10	95,11	1,63	3,25
20	95,92	1,57	2,50
Teste F	1,65 ^{NS}	0,04 ^{NS}	1,72 ^{NS}
DMS	1,27	0,61	1,16
F x I	0,67 ^{NS}	1,49 ^{NS}	1,00 ^{NS}
CV (%)	2,47	70,05	74,46
Cultivar MG/BR-46 (Conquista)			
Doses dos fungicidas (F)			
Testemunha	79,00	2,23 B	18,77
100% AZ + CP + OM	74,00	6,05 A	19,95
100% TB	78,40	5,17 AB	16,43
50% AZ + CP + OM	79,41	4,26 AB	16,33
50% TB	78,21	2,60 AB	19,18
50% AZ + CP + OM / 50% TB	82,83	3,93 AB	13,24
25% AZ + CP + OM / 25% TB	76,42	3,89 AB	19,69
Teste F	0,33 ^{NS}	2,90*	0,32 ^{NS}
DMS	20,71	3,46	18,82
Intervalos (I)			
10	72,83 B	4,82 A	22,35 A
20	83,82 A	3,22 B	12,96 B
Teste F	9,53**	7,28**	8,41**
DMS	7,21	1,20	6,55
F x I	0,54 ^{NS}	1,06 ^{NS}	0,64 ^{NS}
CV (%)	17,01	55,42	68,58

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelo teste F, ** significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, ^{NS} não significativo.

A porcentagem de grãos verdes na cultivar MG/BR-46 (Conquista) ainda foi significativamente influenciada pelas doses dos fungicidas. O tratamento em que se utilizou 100% azoxystrobina + ciproconazol + OM apresentou maior

porcentagem de grãos verdes, diferindo, entretanto, apenas da testemunha. Os demais tratamentos, não diferiram entre si e nem da testemunha.

Tanto na cultivar V Max como na MG/BR-46 (Conquista) a porcentagem de grãos verdes produzidos nos diferentes tratamentos fungicidas testados não ultrapassou os 10% tolerados, de acordo com os padrões para comercialização de grãos propostos pelo Ministério da Agricultura e praticados rotineiramente pelas cooperativas e empresas do setor. Entretanto, a porcentagem de grãos imaturos, que são incluídos como grãos avariados, cuja tolerância é de 8,0%, atingiu níveis altos na cultivar MG/BR-46 (Conquista). É interessante ressaltar que grãos imaturos também se apresentam de coloração verde, indicando a não completa metabolização da clorofila devido a incompleta formação da semente, por causa da desfolha precoce provocada pela ferrugem asiática.

Vale lembrar, que essa é uma avaliação visual, sujeita, portanto, a erros que nem sempre podem ser percebidos. Uma melhor classificação dos grãos verdes pode ser conseguida através da quantificação do teor de clorofila nos grãos.

Conclusões

- O emprego de doses reduzidas dos fungicidas não influenciou a qualidade fisiológica das sementes. Pelos testes de vigor, as sementes das duas cultivares foram classificadas como de baixa qualidade e vigor, tanto quando não pulverizadas (testemunha), como quando pulverizadas com as doses reduzidas ou com as doses recomendadas.
- A ferrugem asiática da soja comprometeu o desenvolvimento dos grãos na cultivar MG/BR-46 (Conquista), reduziu seu tamanho, e, aumentou a quantidade de sementes retidas no fundo das peneiras, devido à época de ocorrência da doença coincidir com os estádios de desenvolvimento dos grãos.

- A qualidade do grão não foi influenciada pelas diferentes doses de fungicidas, mas a cultivar de ciclo médio MG/BR-46 (Conquista) apresentou maior porcentagem de grãos verdes e imaturos do que a cultivar V Max.

Referências

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTANILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Orgs.) **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, v. 2, 4 ed., 2005. p. 569-596.

BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed Autor, 2002, 100 p.

BARBOSA, J. C.; MALHEIROS, E. B.; BANZATTO, D. A. **ESTAT**: um sistema de análise estatística de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: UNESP, 1992.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Normas de qualidade para classificação e comercialização da soja em grãos**. (Portaria n. 262 de 23/11/2003) Brasília: SNAB/CNTP, 1986.

CARVALHO JÚNIOR, A. A. de e FIGUEIREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 2, p.197-200, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Levantamento de grãos 2007/2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 10 ago. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006a. 225p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EMBRAPA, 2006b. 2 ed. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil – 2004**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Agropecuária Oeste: Embrapa Cerrado: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003. 237p.

FRANÇA NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. L. M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P. S. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A.; SANCHES, D. P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico 38).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. Tecnologia de produção de sementes. In: EMBRAPA SOJA. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina, 2000. 1 CD-ROM.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GODOY, C. V. **Resultados da rede de ensaios para controle químico de doenças na cultura da soja 2003/2004**. Londrina: EMBRAPA/CNPES, 2005. 88p. (Documentos, n. 251).

GODOY, C. V. e 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.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. v. 1, 3 ed., 1995. p.761-785.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **J. Seed Technol.**, Lansing, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p.176-177, 1962.

MANDARINO, J. M. G. **Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico 77).

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p. 1-24.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D. e CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-150.

MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; FESSEL, S. A.; SADER, R. Teste de deterioração controlada em sementes de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) var. *itálica*. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.

MILES, M. R.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L. Soybean Rust: is the U.S. soybean crop at risk? Disponível em: <http://www.apsnet.org/online/feature/rust/> Acesso em: 30 mar. 2008.

NAKAGAWA, J.; FÁVARO, A. R.; ROSOLEM, C. A. Efeitos da densidade de plantas e da adubação sobre algumas características das sementes de soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 2, Brasília, 1981. **Anais ...**, Londrina, Embrapa/CNPSo, v.1, p. 622-630, 1982.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p.89-96, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 2 ed., 1985, 289 p.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.

REIS, E. F.; LIMA NETO, V. C.; GODOY, C. V.; ROSA, C. T.; CASTANHO, H. E.; VICENTE, N. G. Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p.319-323, 2007.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Org.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, v. 1, 1 ed., 1999. p. 487-533.

SINCLAIR, J. B. e HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L., SINCLAIR, J. B.; RUPE, J.C. (Eds.). **Compendium of soybean diseases**. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, 4 ed. 1999. p.25-26.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. de 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.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 31-48.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 103-132.

ZORATO, M. F.; PESKE, S. T.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J. B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.

YORINORI, J. T. Soja: ferrugem asiática avança e exige cuidados mais intensos. **Correio**, São Paulo, n. 1, p.3-6, 2007.

YORINORI, J. T.; NUNES JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle.** Londrina: EMBRAPA/CNPQSO, 2004. 36p. (Documentos, n. 247).

YORINORI, J. T. e LAZZAROTTO, J. J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul.** Londrina: EMBRAPA/CNPQSO, 2004. 27p. (Documentos, n. 236).

YORINORI, J. T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja no Brasil Central.** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p.301-363.