

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

**MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA
SOJA NA REGIÃO DE JABOTICABAL**

Giselle Feliciani Barbosa
MSc. Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2012

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

**MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA
SOJA NA REGIÃO DE JABOTICABAL**

Giselle Feliciani Barbosa

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

Coorientadores: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Junho de 2012

B238m Barbosa, Giselle Feliciani
 Manejo integrado da ferrugem asiática da soja na região de
 Jaboticabal. / Giselle Feliciani Barbosa. – – Jaboticabal, 2012
 xii, 126 f. : il. ; 28 cm

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
 Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
 Orientador: Maria Aparecida Pessôa da Cruz Centurion
 Banca examinadora: Edson Lazarini, Edson Luiz Furtado, Rita de
 Cássia Panizzi, Ivana Marino Bárbaro
 Bibliografia

 1. AACPD. 2. Época de semeadura. 3. Fungicidas. 4. População
 de plantas. 5. *Phakopsora pachyrhizi*. I. Título. II. Jaboticabal-
 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

 CDU 633.34:632.4

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

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), pelo programa Agronomia – Produção Vegetal, que foi concluído em julho de 2008. Em agosto de 2008 iniciou o doutorado na mesma instituição.

O Senhor torna firmes os passos do homem e aprova os seus caminhos. Ainda que caia, não ficará prostrado, porque o Senhor o sustenta pela mão. Fui jovem e já sou velho, mas jamais vi o justo abandonado, nem seus filhos a mendigar pelo pão.

(Sal 36,23-25)

“Eis o meu segredo. É muito simples: só se vê bem com o coração. O essencial é invisível aos olhos.”

“O que eu vejo não passa de uma casca. O mais importante é invisível...”

(Antoine de Saint-Exupéry)

DEDICO

Aos meus pais **José Lourenço** e **Inês**, que muitas vezes sacrificaram seus sonhos em favor dos meus.

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

À minha irmã, **Grazielle**, que é um presente de Deus na minha vida, e de quem tanto me orgulho.

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

OFEREÇO

Ao meu avô **Oswaldo Feliciani** (*in memoriam*), com quem aprendi, desde pequena, a gostar de terra, de plantas e dos trabalhos do campo, e que, despretensiosamente, influenciou na minha escolha profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença e proteção constante em minha vida, por sempre me conceder serenidade, coragem e sabedoria para escolher qual o melhor caminho a seguir.

Aos meus pais, José Lourenço e Inês, exemplos de coragem, honestidade e determinação; razão de tanto orgulho e amor, fonte de força e renovação, pelo amor incondicional e pelo incentivo constante. Meus amores, sem vocês nada seria possível!

À minha irmã, Grazielle, pelo amor, amizade, paciência, compreensão, por sempre me acolher e constantemente somar alegrias na minha vida. Tata, eu te amo!

Ao meu cunhado, Maurício, pela amizade, paciência, e pelas boas risadas de sempre. Sempre me divirto!

A toda minha família, queridos avôs e avós (*in memoriam*), tios, tias, primos e primas, que sempre torceram pelo meu sucesso e se orgulham da minha profissão. Eu tenho uma família maravilhosa!

À minha orientadora, Maria Ap. Pessoa da Cruz Centurion, pela dedicação e incentivo, pelos ensinamentos, pela paciência, pela confiança, pela amizade ao longo dos últimos anos e por todo o apoio dado para a realização deste trabalho.

Aos meus coorientadores, Marcelo da Costa Ferreira e Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pela amizade, pelas orientações e sugestões que foram imprescindíveis em diversas etapas deste trabalho e também para minha formação profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela bolsa de doutorado concedida (Processo nº 08/54225-5) e pelo auxílio regular à pesquisa recebido (Processo nº 08/54224-9) para execução deste trabalho.

À professora Mara Cristina Pessoa da Cruz e ao professor Manoel Evaristo Ferreira por toda contribuição, apoio e tempo despendidos para a realização das avaliações da deposição da calda fungicida e teor de clorofila no laboratório de Fertilidade do Solo. Ao professor Roberval Daiton Vieira, pelo incentivo e amizade nos últimos anos e por ter disponibilizado o laboratório de Análise de Sementes para a realização das análises do potencial fisiológico das sementes. E a todos os outros

professores que tive contato durante a graduação, o mestrado e o doutorado, e que, direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e crescimento.

Aos membros da banca, professores Edson Lazarini, Edson Luiz Furtado, Rita de Cássia Panizzi e Dra. Ivana Marino Bárbaro, pelas valiosas considerações e sugestões dadas para a melhoria deste trabalho.

Ao Marcelo Scatolin, ao Sr. João Bernardo do Nascimento e a todos os funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP por todo suporte dado durante a condução dos experimentos. Aos Srs. Sebastião, Rubens e Osmar, pela ajuda fundamental para a realização deste trabalho. Aos funcionários do departamento de Produção Vegetal, Carlos Alberto, Geraldo, Lázaro, Mauro, Mônica; e dos demais departamentos, Gilson, Selma, Sonia; enfim, minha homenagem e gratidão a todos os funcionários 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 companheiros Ana Carolina, Arnold, Beatriz, Cristian, Danilo, Helena, Laerte, Lucas e Michele, e aos demais companheiros de departamento, pela convivência, colaboração e pelas boas risadas. Ana, Bia, Bruno, Laertinho, Lucas e Mi sem vocês este trabalho não teria fim!

Ao Eduardo, amigo especial, presente em todas as horas! Ao Bruno, pela amizade que só aumenta com o passar dos anos. À Juliana, amiga sempre de plantão para me ouvir. À Lilian, pela amizade sincera, pelas dicas, ajudas e boas conversas. Aos amigos Clíssia, Eduardo, Érica, Felipe, Gisele, João, José, Rafael, Saulo, Silvine, Tatiana, Tony, e a todos os outros amigos que conquistei, pela ótima convivência no decorrer desses anos e principalmente pelos momentos de descontração.

As minhas amigas Anna Carolina, Camila, Mônica e Thalita, pela amizade que resiste ao tempo, às desavenças e, às vezes, à distância. De alguma forma, vocês sempre estarão presentes em minha vida.

Todos vocês me deram forças para seguir em frente e contribuíram para que os dias aqui fossem especiais!

Obrigada por tudo!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
SUMMARY	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. Ferrugem asiática da soja.....	2
3. Controle da ferrugem asiática da soja	3
3.1. Eficiência, características e época de aplicação dos fungicidas recomendados	5
3.2. População de plantas	7
3.3. Época de semeadura.....	8
4. Qualidade de grãos e sementes de soja.....	9
CAPÍTULO 2 – POTENCIAL DO MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA: SEVERIDADE DA DOENÇA, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO	12
Resumo.....	12
1. Introdução.....	13
2. Material e Métodos	15
2.1. Caracterização do local, instalação e condução dos experimentos.....	15
2.2. Tratamentos.....	18
2.3. Avaliações	20
2.3.1. Ciclo da cultura.....	20
2.3.2. Estimativa da severidade da ferrugem	20
2.3.3. Porcentagem de desfolha	21
2.3.4. Caracteres de desenvolvimento vegetativo.....	21
2.3.5. Caracteres de produção e produtividade	22
2.4. Forma de análise dos resultados.....	22
3. Resultados e Discussão	22
3.1. Cultivar precoce NK-412113 (V Max)	22
3.2. Cultivar de ciclo médio MG/BR-46 (Conquista)	36
4. Conclusões	54

CAPÍTULO 3 – MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA: COBERTURA E DEPOSIÇÃO DA CALDA FUNGICIDA EM SOJA 55

Resumo.....	55
1. Introdução.....	56
2. Material e Métodos	58
2.1. Caracterização do local, instalação e condução do experimento	58
2.2. Tratamentos.....	60
2.3. Avaliações	61
2.3.1. Ciclo da cultura.....	61
2.3.2. Área foliar e índice de área foliar.....	61
2.3.3. Deposição da calda fungicida	62
2.3.4. Cobertura pela calda fungicida.....	62
2.4. Forma de análise dos resultados.....	64
3. Resultados e Discussão	64
3.1. Cultivar precoce NK-412113 (V Max)	64
3.2. Cultivar de ciclo médio MG/BR-46 (Conquista)	76
4. Conclusões	89

CAPÍTULO 4 – MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA: POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E QUALIDADE DE GRÃOS EM SOJA 90

Resumo.....	90
1. Introdução.....	91
2. Material e Métodos	93
2.1. Caracterização do local, instalação e condução dos experimentos.....	93
2.2. Tratamentos.....	94
2.3. Avaliações	96
2.3.1. Teste de germinação.....	96
2.3.2. Vigor – envelhecimento acelerado	96
2.3.3. Vigor – condutividade elétrica	96
2.3.4. Qualidade do grão.....	97
2.3.5. Determinação do conteúdo de clorofila	97
2.4. Forma de análise dos resultados.....	98
3. Resultados e Discussão	98
4. Conclusões	111

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
REFERÊNCIAS.....	114

MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA NA REGIÃO DE JABOTICABAL

RESUMO – Com esse trabalho objetivou-se avaliar os efeitos do manejo integrado da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) da soja, por meio de épocas de semeadura (outubro e novembro), populações de plantas (160, 280 e 400 mil plantas ha⁻¹) e tratamentos fungicidas (doses recomendadas e reduzidas de azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral e de tebuconazol), na severidade da doença e seus reflexos no desenvolvimento vegetativo, produtividade, potencial fisiológico das sementes, qualidade de grãos, e ainda, na deposição e cobertura da calda fungicida em soja, cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista). Experimentos de campo foram conduzidos nos anos agrícolas de 2009/2010 e de 2010/2011, na região de Jaboticabal, SP, sob infestação natural da ferrugem asiática. A partir do surgimento dos primeiros sintomas da ferrugem iniciaram-se as pulverizações com os tratamentos fungicidas e as avaliações da severidade da doença. Para ambas as cultivares e anos agrícolas, os tratamentos com azoxystrobina + ciproconazol promoveram menores severidades da doença, refletindo em aumento de produtividade. A redução da população de plantas proporcionou bom controle da doença e maiores produtividades de grãos, apesar de reduzir o índice de área foliar e de não influenciar a deposição e cobertura da calda aplicada. No geral, semeaduras mais precoces proporcionaram melhoria dos caracteres relacionados ao desenvolvimento das plantas, porém houve controle menos eficiente da ferrugem. Foi observada grande desuniformidade de cobertura em relação aos terços das plantas, sendo a deposição no terço superior maior que no inferior para todos os tratamentos. No geral, independente dos tratamentos utilizados, o potencial fisiológico das sementes foi considerado baixo.

Palavras-Chave: AACPD, época de semeadura, fungicidas, *Glycine max* (L.) Merrill, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, população de plantas

ASIAN SOYBEAN RUST INTEGRATED MANAGEMENT IN JABOTICABAL

SUMMARY – The aim of this work was to evaluate the effects of asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) integrated management, by means of sowing dates (october and november), plant populations (160,000; 280,000 and 400,000 plants per hectare) and fungicide treatments (recommended and reduced doses of azoxystrobina + ciproconazol + mineral oil and tebuconazol), on soybean rust severity and its effects on plant development, yield, quality and seeds physiological potential, and, in the deposition and coverage of fungicides on soybean, cultivars NK-412113 (V Max) and MG/BR-46 (Conquista). Field experiments were conducted in the 2009/2010 and 2010/2011 crop years, under natural infestation of soybean rust. As from the appearance of the first disease symptoms, also began the fungicide spraying and the disease severity assessments. For both cultivars and crop years, treatments with azoxystrobina + ciproconazol promoted smaller disease severities, reflecting in productivity increase. The plant population reduction has provided a good disease control and higher grain yield, despite reducing the leaf area index and not influence the deposition and coverage of spray solution applied. In general, the earliest sowings has provided improvement of characters related to the plants development, but the rust control was less efficient. A low uniformity of coverage was observed in relation to the plants thirds, with deposition in the top third higher than in the lower. Independent of treatments, the seed vigor was considered low.

Keywords: AUDPC, sowing dates, fungicides, *Glycine max* (L.) Merrill, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, plant populations

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

No Brasil, a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] ocupa a maior área agrícola (25 milhões de hectares), com produção de 66,4 milhões de toneladas na safra 2011/2012, o que confere ao país o status de segundo maior produtor mundial do grão, superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2012).

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. Contudo, vários são os entraves à produção dessa oleaginosa, entre eles a ocorrência de doenças, que limitam a máxima exploração do potencial produtivo da cultura (YORINORI, 2007). Grande número de doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foi constatado no Brasil (YORINORI, 1996) e, a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow é uma das doenças de maior importância.

A ferrugem asiática possui alto potencial de dano à cultura da soja, pois pode causar rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, diminuindo a capacidade fotossintética da planta e prejudicando a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho e a massa do grão e, conseqüentemente, maiores as perdas de rendimento e de qualidade (YORINORI et al., 2005; SOARES et al., 2004; YANG et al., 1991). Desde o ano de 2001, a doença tem causado prejuízos significativos à cultura da soja em quase todas as regiões do Brasil (EMBRAPA, 2011).

Da mesma forma que o rápido fechamento, com sombreamento das entrelinhas antes do florescimento, maximiza o potencial produtivo da soja, também favorece a ocorrência de condições ideais para o desenvolvimento da doença. Neste sentido, uma vez feita a opção pelo controle químico, cabe ao processo de aplicação garantir que este seja efetuado com eficiência, economia e segurança, fazendo com que o fungicida

selecionado, seja de ação de contato ou de ação sistêmica, atinja o alvo no momento correto e de forma adequada.

O controle da ferrugem asiática deve compreender diversas medidas em conjunto. De acordo com YORINORI (2007), para o controle eficiente da doença, é fundamental que o planejamento seja feito antes da semeadura, com definição da época e período de semeadura e da população de plantas para que haja bom arejamento foliar. A pulverização deve atingir o máximo de área foliar, com fungicidas de adequado período residual e sistemicidade. O uso indevido de produtos ou aplicação em momento inadequado resulta em aumento do custo de produção e/ou controle pouco eficiente da doença (GODOY & CANTERI, 2004).

2. Ferrugem asiática da soja

A ferrugem asiática da soja é considerada altamente agressiva, sendo relatados danos na produção entre 10% e 40% na Tailândia, 10% e 90% na Índia, 10% e 50% no sul da China, 23% e 90% em Taiwan, e de 40% no Japão (SINCLAIR & HARTMAN, 1999). O fungo não havia sido relatado na América do Sul até 2001, quando foi observado pela primeira vez no Brasil, no Paraguai e na Argentina e já nas safras seguintes, ocasionou severas perdas na produtividade (MILES et al., 2007). O patógeno está disseminado pelas principais regiões produtoras de soja, e, em geral, estima-se que as perdas de rendimento causadas pela doença chegam a 80%, sob condições ótimas para o desenvolvimento do fungo, em virtude do rápido amarelecimento e da desfolha precoce, que prejudicam a formação de vagens e de grãos (YORINORI et al., 2005; SOARES et al., 2004).

O fungo é disseminado pelo vento, e, molhamento foliar prolongado por mais de 10 horas/dia, temperaturas variando de 15°C a mais de 30°C, e chuvas frequentes são condições determinantes para o estabelecimento da doença (EMBRAPA, 2011).

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, inicialmente, a presença de urédias, que progressivamente, adquirem cor castanho-clara a castanho-escuro, 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., 2005; 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, 2011).

Na fase inicial de desenvolvimento, essa doença 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 & 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 o peso final dos grãos (SOARES et al., 2004). Em casos severos, pode resultar em perda total do rendimento.

3. Controle da ferrugem asiática da soja

As estratégias de controle da ferrugem asiática exigem uma combinação de medidas, a fim de evitar ou minimizar as perdas. Quando a doença já 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, de acordo com YORINORI (2007), é fundamental que o planejamento seja feito antes da semeadura, com definição da época e período de semeadura e da população de plantas para que haja bom arejamento foliar.

Ainda para o controle químico eficiente da ferrugem é fundamental que haja o máximo de cobertura da folhagem com fungicidas que tenham adequado período residual e com proteção da planta desde o início da ocorrência da doença. A deficiência no controle inicial irá permitir a multiplicação do fungo na parte inferior da folhagem, tornando cada vez mais difícil o acesso do fungicida a essa parte da planta, à medida que elas crescem.

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 (YORINORI, 2007; SOARES et al., 2004, YORINORI & LAZZAROTTO, 2004).

Em cultivares de ciclo precoce, a doença tem menor tempo para causar redução da produtividade, em razão de a cultura ficar menor tempo no campo (SILVA et al., 2007).

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”. A obtenção de cultivares resistentes é dificultada pela elevada variabilidade que o fungo apresenta. Este é capaz de expressar ou desenvolver novas raças patogênicas, capazes de quebrar a resistência de novas variedades. Portanto, o uso de cultivares resistente ou tolerante 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 (MENEGHETTI et al., 2010; 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, 2011).

Esses fatores, associado ao fato de a ferrugem asiática ser uma doença ainda de ocorrência recente no Brasil, apontam para a necessidade do emprego de outras estratégias de controle que venham a se somar às aquelas utilizadas atualmente. Acredita-se que a redução das doses dos fungicidas e da população de plantas utilizados e a antecipação da época de semeadura possam contribuir para o correto manejo da doença.

3.1. Eficiência, características e época de aplicação dos fungicidas recomendados

Da mesma forma que o rápido fechamento, com sombreamento das entrelinhas antes do florescimento, maximiza o potencial produtivo da soja, também favorece a ocorrência de condições ideais para o desenvolvimento desta doença. Neste sentido, uma vez optado pelo controle químico, cabe ao processo de aplicação garantir que este seja efetuado com eficiência, economia e segurança, fazendo com que o fungicida selecionado, seja de ação de contato, ou de ação sistêmica, atinja o alvo no momento correto e de forma adequada. Além disso, a ação sistêmica dos fungicidas é pouco pronunciada em soja, reforçando a importância da distribuição do produto (CUNHA et al., 2011; MALADOSSO, 2007; MATUO, 1990).

Segundo SANTOS et al. (2007) e SEIXAS et al. (2006), a ferrugem asiática tem seu controle baseado principalmente na aplicação de fungicidas. Entretanto, de acordo com RAETANO (2007), embora os fungicidas sejam bastante eficientes, o controle dessa doença nem sempre é satisfatório. Em muitas aplicações, atingir o alvo biológico de maneira direta torna-se difícil em função de sua localização, uma vez que os sintomas da ferrugem iniciam-se no terço inferior das plantas, e, dessa forma, as aplicações de fungicida precisam vencer a barreira imposta pela massa de folhas e promover uma boa cobertura no interior da planta (ZHU et al., 2008; ANTUNIASSI et al., 2004).

Durante a aplicação de produtos fitossanitários, qualquer quantidade do produto químico que não atinja a superfície a ser tratada terá a eficácia anulada e estará representando uma forma de perda (MATUO, 1990).

Assim, 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 & 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 das 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. No entanto, em decorrência da menor eficiência observada com os fungicidas triazóis nas últimas safras, seu uso isolado deixou de ser recomendado. Indica-se a utilização de misturas comerciais de triazóis com estrobilurinas para o controle da ferrugem (EMBRAPA, 2011).

O momento da primeira e demais aplicações dos fungicidas, quando necessárias, é determinado principalmente pelo conjunto dos fatores climáticos, presença e/ou severidade da doença na propriedade ou região, estádios fenológicos da cultura, extensão das lavouras e, pela eficácia e poder residual dos fungicidas escolhidos (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.

Os resultados das aplicações em lavouras podem ser altamente variáveis. A eficácia do tratamento depende não apenas da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas, também, da uniformidade de cobertura do alvo (McNICHOL et

al., 1997). Estudos sobre padrões de deposição de pulverizações indicam grande variabilidade de deposição dos agrotóxicos ao longo das faixas de aplicação, diminuindo a eficácia dos tratamentos (PERGHER et al., 1997; GUPTA & DUC, 1996).

3.2. População de plantas

Em função de avanços nos sistemas de semeadura, de cultivares mais adaptadas, de melhoria da capacidade produtiva dos solos, de adoção de práticas conservacionistas, de cobertura vegetal do solo e da semeadura direta, além do aumento de doenças foliares e vasculares, a população padrão de plantas de soja foi reduzida gradativamente, nos últimos anos, de 400 mil para, aproximadamente, 300 mil plantas por hectare. Os avanços acima mencionados permitem melhor crescimento e maior rendimento por planta, além de microclima ser desfavorável para algumas doenças. Esse número de plantas pode variar, ainda, em função da cultivar e/ou do regime de chuvas da região no período de implantação e crescimento das plantas e da data de semeadura. Em condições favoráveis ao acamamento das plantas, a população pode ser reduzida para até 200-250 mil plantas ha^{-1} (EMBRAPA, 2011).

A soja tolera ampla variação na população de plantas, alterando mais a sua morfologia do que o seu rendimento de grãos. De modo geral, a maior resposta se verifica para a variação nos espaçamentos entre fileiras de planta, com uma tendência de maiores rendimentos nos menores espaçamentos. A menor resposta da soja à população se deve à sua capacidade de compensação no uso do espaço entre plantas (PEIXOTO et al., 2000). Variações entre 200 e 500 mil plantas ha^{-1} , normalmente, não influenciam o rendimento de grãos ou o faz muito pouco, aumentando ou reduzindo, dependendo de diversos fatores (EMBRAPA, 2011).

Em regiões mais quentes, onde a soja apresenta limitação de altura de planta, especialmente em semeaduras realizadas antes de meados de outubro ou depois de dezembro, populações em torno de 400 mil plantas ha^{-1} ou um pouco mais, podem contribuir para aumentar o porte das plantas e, principalmente, contribuir para o fechamento mais rápido das entrelinhas. De modo geral, cultivares de porte alto e de

ciclo longo requerem populações menores. O inverso também é verdadeiro (EMBRAPA, 2011).

HEIFFIG (2002) explica que o número de vagens por planta é o componente do rendimento de grãos mais influenciado pela população de plantas, e varia inversamente com a variação da população, contribuindo, assim, para a maior tolerância à variação na população. Entretanto, as respostas da soja à variação no espaçamento e densidade de plantas não são, via de regra, consistentes, variando de ano para ano e em função de cultivares e das condições ambientais (PEIXOTO et al., 2000).

3.3. Época de semeadura

A época de semeadura é um dos fatores que mais influenciam o rendimento da soja. Como essa é uma espécie termo e fotossensível, está sujeita a alterações fisiológicas e morfológicas, quando as suas exigências, nesse sentido, não são satisfeitas. A época de semeadura determina a exposição das plantas às variações na distribuição dos fatores climáticos e contribui fortemente para a definição da duração do ciclo, da altura da planta e da produção de grãos. A intensidade de variação da altura de planta e da duração do ciclo por efeito da época de semeadura difere entre cultivares, locais e anos (EMBRAPA, 2011).

Provavelmente, nenhuma prática cultural isolada é mais importante para a soja do que a época de semeadura. A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, promovendo variações no rendimento e afetando outras características agrônômicas. As condições que mais afetam o desenvolvimento da soja são as que envolvem variações dos fatores meteorológicos: temperatura, umidade do solo e principalmente fotoperíodo (CÂMARA, 1991).

Pesquisas realizadas no Brasil demonstraram que a época de semeadura é a variável que produz maior impacto sobre o rendimento da cultura da soja. Para as condições brasileiras, a época de semeadura varia em função da cultivar, região de cultivo e condições ambientais do ano agrícola, geralmente apresentando uma faixa

recomendável de outubro a dezembro (NAKAGAWA et al., 1983). De modo geral, o período preferencial para a semeadura de soja vai de meados de outubro a meados de dezembro. Entretanto, resultados experimentais e dados de lavouras, obtidos nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, têm mostrado maiores rendimentos de grãos, na maioria dos casos, nas semeaduras de segunda quinzena de outubro e do mês de novembro (EMBRAPA, 2011).

Cultivares de ciclo mais longo tem apresentado maior rendimento em semeaduras de outubro e cultivares precoces em semeaduras de novembro (EMBRAPA, 2011).

Segundo SILVA et al. (2007), em experimento com fungicidas no controle da ferrugem asiática, a doença foi mais agressiva na segunda época de semeadura testada (início de dezembro), com grande e acelerada desfolha, e redução drástica na produtividade. O progresso da doença e a severidade variaram em função da época de semeadura. Nas cultivares semeadas em novembro, a doença apareceu no estágio R5 de desenvolvimento da cultura (início de formação de grãos), e nas semeadas em dezembro, a doença apareceu ainda em R3 (início de formação de vagens), apresentando maior severidade, o que está diretamente relacionado à grande pressão de inóculo ocorrida na segunda época de semeadura.

YORINORI & WILFRIDO (2002) alertam que o controle da ferrugem asiática envolve várias estratégias de manejo, principalmente a semeadura de cultivares precoces nas épocas mais recomendadas para as regiões.

4. Qualidade de sementes e grãos em soja

A ferrugem asiática, por causar queda prematura de folhas, diminui a capacidade fotossintética da planta, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e sementes. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho das sementes e, conseqüentemente, maiores as perdas de rendimento e de qualidade (YORINORI et al., 2005; SOARES et al., 2004; YANG et al., 1991).

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. Doenças radiculares, como fusariose; de colmo, como cancro da haste; e foliares, como a ferrugem asiática; déficit hídrico (seca ou veranico) durante as fases finais de enchimento de grãos e de maturação podem ocasionar a formação de sementes esverdeadas principalmente se associado com elevadas temperaturas; e ocorrência de geada intensa, que pode resultar na morte prematura da planta (FRANÇA NETO et al., 2007; FRANÇA NETO et al., 2000).

A porcentagem de germinação e o vigor, características importantes na determinação do potencial fisiológico das sementes de soja podem ser alterados em função da época de semeadura, adubação e da população (NAKAGAWA et al., 1982). Reduções na produtividade podem estar diretamente relacionadas com baixo vigor das sementes se a população de plantas estabelecidas em campo estiver abaixo do mínimo requerido para a cultura em questão (ISTA, 2000).

Plantas imaturas, sujeitas a estresses bióticos ou abióticos, que resultam em morte prematura ou maturação forçada, poderão produzir sementes e grãos esverdeados, o que resultará em acentuada redução de vigor e do poder germinativo, além de severa redução da produtividade da lavoura (FRANÇA NETO et al., 2005).

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).

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.

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 grãos verdes 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 grãos 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 – POTENCIAL DO MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA: SEVERIDADE DA DOENÇA, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO

Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção

RESUMO: A ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow é uma das principais doenças foliares da cultura da soja, fazendo-se necessário o emprego de estratégias de controle que venham a se somar àquelas já utilizadas. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos de épocas de semeadura, populações de plantas e doses reduzidas de fungicidas na severidade da ferrugem asiática e seus reflexos no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da soja. Experimentos de campo foram conduzidos nos anos agrícolas 2009/2010 e de 2010/2011, com as cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista), de ciclo precoce e médio, respectivamente, sob infestação natural da ferrugem asiática. A partir do surgimento dos primeiros sintomas da ferrugem, iniciaram-se as pulverizações com os tratamentos fungicidas e as avaliações da severidade da doença. As menores áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foram observadas para os tratamentos com azoxystrobina + ciproconazol, doses recomendada e reduzida, para os dois anos agrícolas, em ambas as cultivares. Os tratamentos com azoxystrobina + ciproconazol promoveram menores severidades da ferrugem, refletindo em aumento de produtividade. A população de plantas foi reduzida até 160.000 plantas ha⁻¹ com controle eficiente do patógeno para as cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista) e maiores produtividades de grãos para a cultivar de ciclo médio. No geral, com a semeadura mais precoce (outubro), houve melhoria dos caracteres relacionados ao desenvolvimento vegetativo das plantas. Na semeadura de novembro houve melhor controle da ferrugem asiática. O uso de cultivares precoces pode ser uma boa

estratégia de manejo para escapar de momentos críticos relacionados a ocorrência da doença.

Palavras-Chave: AACPD, época de semeadura, fungicidas, *Glycine max* (L.) Merrill. *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, população de plantas

1. Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, sendo responsável por 66,4 milhões de toneladas na safra 2011/2012, em uma área de 25 milhões de hectares (CONAB, 2012). Contudo, vários são os entraves à produção dessa oleaginosa, e entre eles a ocorrência de doenças é um dos principais fatores limitantes para obtenção de maiores produtividades (YORINORI, 2007).

Após ter sido relatada na safra 2000/2001 na América do Sul, quando foi observada pela primeira vez no Brasil, no Paraguai e na Argentina, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, mostrou-se altamente agressiva, tornando-se uma das principais doenças da cultura da soja (EMBRAPA, 2011). O patógeno está disseminado pelas principais regiões produtoras, e, em geral, estima-se que as perdas de rendimento causadas pela doença cheguem a 80%, sob condições ótimas para o desenvolvimento do fungo (YORINORI et al., 2005; SOARES et al., 2004).

Os sintomas iniciais da ferrugem são pequenas pústulas foliares, de coloração castanha a marrom escura e iniciam-se no terço inferior das plantas. Na face inferior da folha, pode-se observar uma ou mais urédias que se rompem e liberam os uredósporos. As lesões tendem ao formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, em pecíolos, vagens e caules (SINCLAIR & HARTMAN, 1999). Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, que compromete a formação e o enchimento de vagens e a massa final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o

tamanho e a massa do grão e, conseqüentemente, maiores as perdas de rendimento e de qualidade (YORINORI et al., 2005; SOARES et al., 2004; YANG et al., 1991).

O controle da ferrugem asiática deve compreender diversas medidas em conjunto, mas quando a doença já está presente na área, o controle químico com fungicidas é, ainda, o principal método de controle (GODOY & CANTERI, 2004), e aumentam significativamente os custos de produção. A ferrugem asiática pode ser controlada eficientemente por fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas e com suas misturas. A pulverização deve atingir o máximo de área foliar, com fungicidas de maior período residual e sistemicidade (GODOY & CANTERI, 2004).

Outras medidas a serem tomadas consistem em estratégias como utilizar cultivares mais precoces, semeadas no início da época recomendada para cada região; ajustar a população de plantas para que haja bom arejamento foliar; evitar o prolongamento do período de semeadura; vistoriar lavouras; observar se há condições de temperatura (14 a 28°C) e umidade alta, favoráveis ao patógeno (YORINORI, 2007).

Em cultivares de ciclo precoce, os fungos têm menor tempo para causar redução da produtividade, em razão de a cultura ficar menor tempo no campo (SILVA et al., 2007). Como a doença ainda é considerada de ocorrência recente, essa e outras estratégias de controle devem ser associadas àquelas já utilizadas atualmente.

Apesar dos esforços empreendidos na busca de novas fontes de resistência ao fungo, a obtenção de cultivares resistentes é dificultada pela elevada variabilidade que o mesmo apresenta. O fungo *P. pachyrhizi* é capaz de expressar ou desenvolver novas raças patogênicas em curto espaço de tempo, capazes de quebrar a resistência de novas variedades. Portanto, o uso de cultivares resistente ou tolerante não dispensa totalmente o emprego de fungicidas e deve ser entendido como uma forma de reduzir o número de aplicações (MENEGETTI et al., 2010; YORINORI, 2007). Esses fatores, associado ao fato de a ferrugem asiática ser uma doença ainda de ocorrência recente no Brasil, apontam para a necessidade do emprego de outras estratégias de controle que venham a se somar àquelas utilizadas atualmente. Acredita-se que a redução das doses dos fungicidas e da população de plantas utilizados e a antecipação da época de semeadura possam contribuir para o correto manejo da doença.

Sendo assim, propôs-se avaliar os efeitos de épocas de semeadura, populações de plantas e doses reduzidas de fungicidas, na severidade da ferrugem asiática, desenvolvimento vegetativo, componentes da produção e produtividade da soja, nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização do local, instalação e condução dos experimentos

Os ensaios foram instalados em área experimental da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, que tem como 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 classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Segundo o sistema de classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical úmido com seca no período de inverno. A precipitação média anual é de 1425 mm, a temperatura média anual é de 22,2 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual). Os dados meteorológicos referentes aos períodos em que os experimentos foram conduzidos estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, e, Figuras 1 e 2.

Antes da instalação do experimento foi realizado o preparo do solo por meio de aração e gradagens. Antes da semeadura foi aplicado e incorporado através de gradagem o herbicida trifluralina (Trifluralina 445 CE[®]) na dose de 801 g i.a. ha⁻¹. A adubação química nos sulcos de semeadura foi feita considerando as recomendações de RAIJ et al. (1997).

Os experimentos foram realizados em dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, sob condições de infestação natural da ferrugem asiática. As semeaduras foram realizadas mecanicamente em 20 de outubro e 20 de novembro de 2009, e em 25 de outubro e 24 de novembro de 2010. Foram utilizadas duas cultivares de soja, a NK-412113 (V Max), de ciclo precoce e hábito de crescimento indeterminado, com

médias de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e massa de 100 grãos, respectivamente de 90,0 cm, 12,0 cm e 18,0 g; e, a MG/BR-46 (Conquista), de ciclo médio e hábito de crescimento determinado, com médias de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e massa de 100 grãos, respectivamente de 82,0 cm, 15,0 cm e 15,5 g.

Tabela 1. Dados meteorológicos mensais de outubro de 2009 a março de 2010.

Mês	T max	T min	T med	UR	Precipitação
		(C°)		(%)	(mm)
outubro/2009	30,8	18,1	23,6	72,8	101,9
novembro/2009	32,1	21,0	25,5	74,8	163,3
dezembro/2009	29,8	20,5	24,1	81,8	383,7
janeiro/2010	30,4	20,8	24,4	82,2	240,7
fevereiro/2010	32,2	20,4	25,3	76,6	150,7
março/2010	31,4	20,0	24,6	77,6	183,0

T max: temperatura máxima; T min: temperatura mínima; T med: temperatura média; UR: umidade relativa do ar.

FONTE: Estação Agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

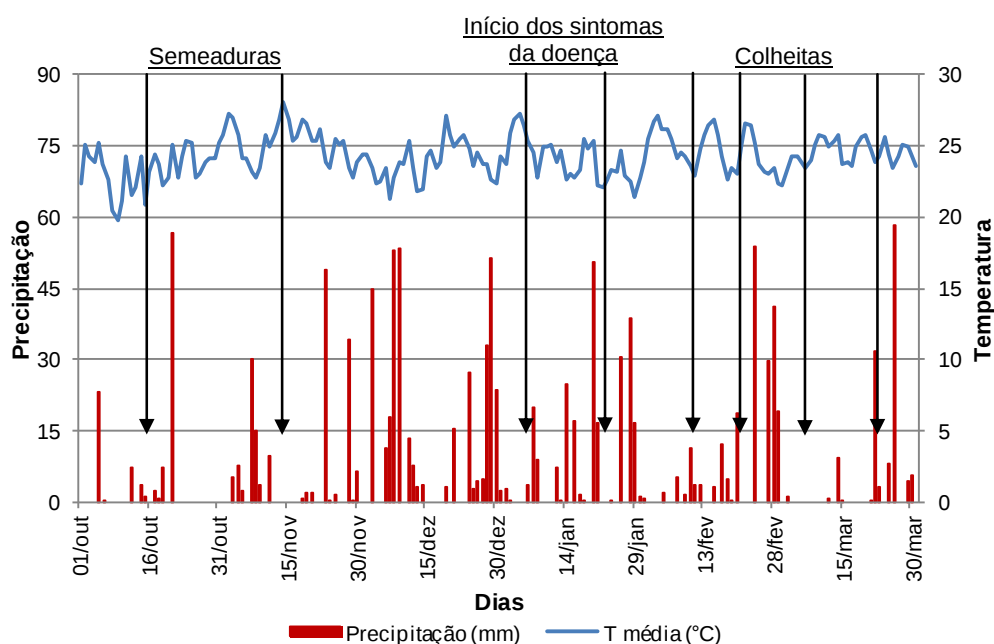


Figura 1. Precipitação e temperatura média diárias no período de outubro de 2009 a março de 2010.

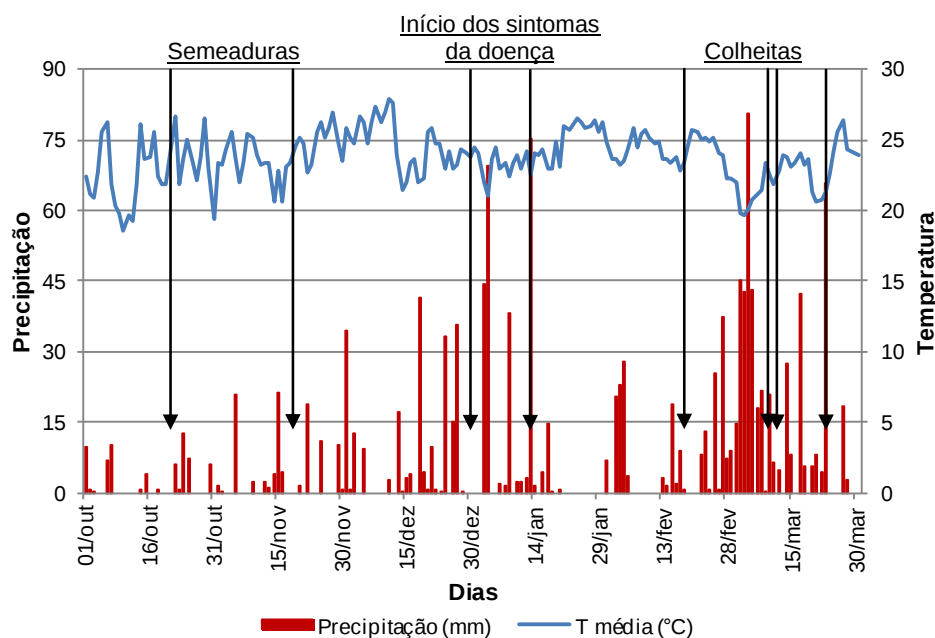
FONTE: Estação Agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Tabela 2. Dados meteorológicos mensais de outubro de 2010 a março de 2011.

Mês	T max	T min	T med	UR	Precipitação
		(C°)		(%)	(mm)
outubro/2010	30,6	16,9	23,0	67,5	69,4
novembro/2010	31,0	18,7	24,1	70,3	100,1
dezembro/2010	31,4	20,6	25,1	77,8	225,3
janeiro/2011	30,9	21,0	24,7	81,0	260,1
fevereiro/2011	31,7	20,5	24,6	79,2	208,2
março/2011	28,2	19,9	23,1	87,2	496,0

T max: temperatura máxima; T min: temperatura mínima; T med: temperatura média; UR: umidade relativa do ar.

FONTE: Estação Agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**Figura 2.** Precipitação e temperatura média diárias no período de outubro de 2010 a março de 2011.

FONTE: Estação Agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Pouco antes da semeadura, as sementes foram preparadas com os fungicidas carbendazim + tiram (Protreat®) na dose de 30 + 70 g i.a./100 kg de sementes, e inoculante turfoso na dose recomendada pelo fabricante para a cultura da soja (1,2 milhões de células viáveis/semente).

Após a semeadura a área foi irrigada para promover emergência rápida e uniforme das plântulas. O fornecimento de água do experimento foi realizado por meio de sistema de irrigação por aspersão somente nos períodos de estiagem.

Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência no ano agrícola 2009/2010 utilizaram-se os herbicidas fomesafem (Flex[®]) e fluazifope-p-butílico + fomesafem (Robust[®]), nas doses de 225 g i.a. ha⁻¹ e 180 + 225 g i.a. ha⁻¹, para a primeira e segunda época de semeadura (outubro e novembro), respectivamente. No ano agrícola 2010/2011, o controle em pós-emergência foi realizado com fluazifope-p-butílico + fomesafem (Robust[®]), uma aplicação na dose de 150 + 187,5 g i.a. ha⁻¹, para a semeadura de outubro, e, duas aplicações, nas doses de 100 + 125 g i.a. ha⁻¹, para a semeadura de novembro. Ainda foram realizadas catação manual e capina quando necessário.

A área foi monitorada, e o controle das principais pragas foi realizado com a aplicação do inseticida endossulfam (Endossulfan 350 EC[®]) e do inseticida tiametoxan + lambda-cialotrina (Engeo Pleno[®]), nas doses de 525,0 e 35,25 + 26,5 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, em ambas as épocas e anos de semeadura. No ano agrícola 2010/2011, foi realizada ainda uma aplicação dos inseticidas tiametoxan + lambda-cialotrina (35,25 + 26,5 g i.a. ha⁻¹) e lufenurom + profenofós (Curyom 500 EC[®]), 10 + 100 g i.a. ha⁻¹.

2.2. Tratamentos

Foram testados 30 tratamentos, combinando-se três populações de plantas, duas épocas de semeadura e cinco tratamentos com fungicidas.

Populações de plantas: cerca de 20 dias após as semeaduras, quando as plantas estavam no estágio de desenvolvimento V3, foi realizado o desbaste para ajuste das populações de plantas para 160.000 plantas ha⁻¹ (7,2 plantas m⁻¹), 280.000 plantas ha⁻¹ (12,6 plantas m⁻¹) e 400.000 plantas ha⁻¹ (18 plantas m⁻¹). Sendo a população recomendada para a região, de 310 a 400 mil plantas ha⁻¹, para a cultivar NK-412113 (V Max), e de 240 a 350 mil plantas ha⁻¹, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista).

Épocas de semeadura: as semeaduras foram realizadas na segunda quinzena de outubro e de novembro nos dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, dentro do período de semeadura recomendado para a cultivar.

Fungicidas e doses: foram estudados os seguintes fungicidas em suas doses recomendada e reduzida, 50% de azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + 0,5% de óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) (30 + 12 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹ Nimbus[®]) (AZ+CP); 100% de azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + 0,5% de óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) (60 + 24 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹); 50% de tebuconazol (Folicur 200 EC[®]) (50 g i.a. ha⁻¹) (TB); 100% de tebuconazol (Folicur 200 EC[®]) (100 g i.a. ha⁻¹) e testemunha com água (sem fungicida), aplicados em intervalos de 15 a 20 dias, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas em 0,45 m, com área total de 16,2 m² e área útil de 10,8 m², composta pelas quatro linhas centrais de cada parcela. As linhas das extremidades das parcelas foram mantidas sem pulverização com os tratamentos fungicidas, para a uniformização do inóculo de *P. pachyrhizi*.

As aplicações dos fungicidas foram efetuadas com pulverizador costal, à pressão constante de 3,0 kgf cm⁻² (mantida pelo CO₂ comprimido), munido de barra com quatro pontas de jato plano duplo modelo TJ 60 11002, espaçadas em 0,45 m, e consumo de calda de 250 L ha⁻¹.

No momento das pulverizações, a velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas com auxílio de um anemômetro/termohigrômetro modelo 3000 – Kestrel, e essas se mantiveram próximas às recomendações para uma correta aplicação (temperatura de 29 a 34°C; umidade relativa de 58 a 68% e ventos de 3,0 a 9,0 km h⁻¹).

Para a cultivar de ciclo precoce, no primeiro ano agrícola foi realizada uma pulverização com os tratamentos fungicidas para a primeira época de semeadura, e duas para a segunda época. No segundo ano agrícola, foram realizadas duas e três pulverizações dos tratamentos fungicidas, para a época de semeadura outubro e

novembro, respectivamente. No primeiro ano agrícola, a pulverização na época de semeadura outubro foi realizada em 12 de janeiro, e, na época de semeadura novembro, em 02 e 19 de fevereiro. No ano agrícola de 2010/2011, as pulverizações ocorreram em 10 e 24 de janeiro, na primeira época de semeadura, e em 20 de janeiro, 03 e 18 de fevereiro, na segunda época de semeadura.

Foram realizadas duas e três pulverizações com os tratamentos fungicidas em ambas as épocas de semeadura, respectivamente, no primeiro e segundo ano agrícola, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista). No primeiro ano agrícola, as pulverizações na época de semeadura outubro foram realizadas em 12 de janeiro e 03 de fevereiro, e, na época de semeadura novembro, em 02 e 19 de fevereiro. No ano agrícola de 2010/2011, as pulverizações ocorreram em 10 e 24 de janeiro, e 08 de fevereiro, na primeira época de semeadura, e em 20 de janeiro, 03 e 18 de fevereiro, na segunda época de semeadura.

2.3. Avaliações

2.3.1. Ciclo da cultura

Desde a semeadura os estádios de desenvolvimento da cultura foram acompanhados e anotados, utilizando-se para isto, a escala fenológica de RITCHIE et al. (1982), adaptada por YORINORI (1996) e publicada nos documentos da EMBRAPA (2011).

2.3.2. Estimativa da severidade da ferrugem

Para a estimativa da severidade da doença foi usada a escala diagramática proposta por GODOY et al. (2006) (Figura 3). Essa avaliação corresponde a porcentagem de área foliar coberta pelos sintomas da doença em questão e foi realizada em quatro pontos nas quatro linhas centrais de cada parcela, nos terços inferior, médio e superior das plantas.

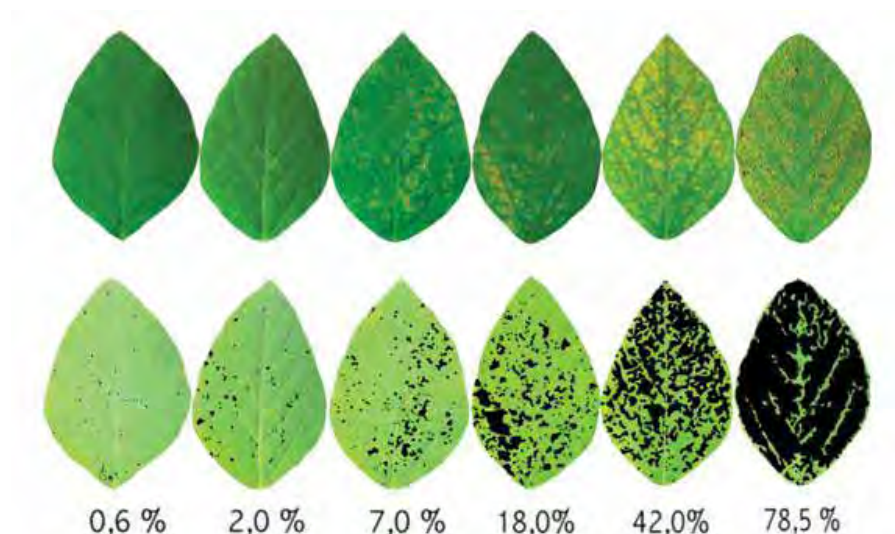


Figura 3. Escala diagramática da severidade de ferrugem asiática em soja (porcentagem de área foliar infectada), GODOY et al. (2006).

As avaliações da severidade foram efetuadas em intervalos de 15 a 20 dias, após o surgimento dos primeiros sintomas e antecedendo as aplicações dos fungicidas testados.

Os valores de severidade média de ferrugem de cada parcela foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

2.3.3. Porcentagem de desfolha

A porcentagem de desfolha foi avaliada concomitante às avaliações de estimativa da severidade da ferrugem, utilizando-se escala de notas de 0 a 5, em que 0 – corresponde a ausência de desfolha; 1 – traços a 10% de desfolha; 2 – de 11 a 25% de desfolha; 3 – de 26 a 50% de desfolha, 4 – de 51 a 75% de desfolha e 5 – de 76 a 100% de desfolha.

2.3.4. Caracteres de desenvolvimento vegetativo

O número de nós e de ramos na haste principal, número de nós e comprimento do maior ramo, altura de plantas na maturidade e altura de inserção da primeira vagem

foram avaliados em 10 plantas coletadas ao acaso na área útil das parcelas no momento da colheita. Para determinação da altura de plantas mediu-se a distância entre o colo da planta e o ápice da haste principal e para altura de inserção da primeira vagem, a distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da primeira vagem.

2.3.5. Caracteres de produção e produtividade

Para o número total de vagens por planta e porcentagem de vagens chochas por planta foram contadas as vagens de 10 plantas, da mesma amostra coletada para as avaliações dos caracteres do desenvolvimento vegetativo, calculando-se o número médio de vagens por planta. Posteriormente fez-se a separação e a contagem de vagens chochas, quantificando-se a porcentagem com base no número total de vagens por planta.

Para quantificação da produtividade os grãos da área útil das parcelas foram pesados e os dados transformados em kg ha^{-1} (13% de umidade – base úmida). Conforme prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), para determinação da massa de 100 grãos, foram retiradas oito subamostras de 100 grãos por tratamento, pesadas, considerando-se a correção para teor de água de 13% (base úmida).

2.4. Forma de análise dos resultados

Os dados de cada experimento foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas utilizou-se o software AGROESTAT (BARBOSA & MALDONADO JR., 2011).

3. Resultados e Discussão

3.1. Cultivar precoce NK-412113 (V Max)

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática no ano agrícola 2009/2010 foram observados cerca de 70 e 60 dias após a emergência das plântulas para a primeira e segunda épocas de semeadura, respectivamente. Neste momento, as plantas de soja estavam no estágio de desenvolvimento R5. As plantas da época de semeadura outubro foram pulverizadas uma única vez com os tratamentos fungicidas, pois 15 dias após a primeira aplicação as plantas apresentavam desfolha intensa, e já haviam atingido o estágio de desenvolvimento R7. As plantas da segunda época de semeadura receberam duas aplicações dos tratamentos fungicidas. No geral, a porcentagem de área foliar infectada (AFI) foi inicialmente baixa (Tabela 3).

No ano agrícola 2010/2011, os primeiros sintomas da doença foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plântulas, na área semeada em outubro de 2010, quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento R4. Cerca de 10 dias depois, as plantas da segunda época de semeadura (novembro de 2010), também apresentaram os sintomas iniciais da doença, cerca de 50 dias após a emergência, no estágio de desenvolvimento R3. Neste ano foram realizadas duas e três pulverizações dos tratamentos fungicidas, para a época de semeadura outubro e novembro, respectivamente.

A porcentagem inicial de área foliar infectada (AFI) no segundo ano agrícola também foi baixa, pois a doença foi detectada bem no início. A população de plantas e a época de semeadura não influenciaram na severidade inicial da doença (Tabela 3).

Na avaliação inicial da porcentagem de desfolha, nos dois anos agrícolas, todas as parcelas receberam nota 1, que corresponde de traços a 10% de desfolha (dados não apresentados nas tabelas). A identificação da ferrugem da soja nos estágios iniciais é de grande importância, uma vez que nessa fase o controle químico apresenta eficiência máxima.

A ocorrência da doença no ano agrícola 2009/2010 foi tardia. Não foram observadas influências das populações de plantas na severidade da ferrugem asiática da soja 15 dias após a primeira pulverização das plantas, época de semeadura novembro (Tabela 3). Com relação aos tratamentos com fungicida, as maiores

porcentagens de área foliar infectada foram observadas nas plantas testemunhas, que não diferiram das que foram tratadas com as doses recomendadas e reduzidas do fungicida tebuconazol (TB).

Tabela 3. Estimativa da severidade da ferrugem asiática e desfolha, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar infectada (%)		AACPD ⁽³⁾	Nota de desfolha ⁽⁴⁾
	Avaliações			
	1ª ⁽¹⁾	2ª ⁽²⁾		
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	2,60	22,6	282,4	4,0
280.000	2,86	20,4	253,7	4,1
400.000	2,91	23,1	286,0	4,0
Teste F	1,59 ^{ns}	1,28 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,03 ^{ns}
DMS	0,45	4,44	52,16	0,54
Fungicida (F)				
Testemunha	-	27,0 a	330,5 a	4,3
50% AZ + CP	-	18,2 bc	229,8 bc	3,9
100% AZ + CP	-	15,5 c	197,8 c	3,8
50% TB	-	26,1 a	320,7 a	4,1
100% TB	-	23,4 ab	291,4 ab	4,0
Teste F	-	9,10 ^{**}	8,74 ^{**}	1,11 ^{ns}
DMS	-	6,72	78,99	0,82
Época de semeadura (E)				
Outubro	2,85	-	-	-
Novembro	2,74	-	-	-
Teste F	0,47 ^{ns}	-	-	-
DMS	0,30	-	-	-
P x F	-	0,66 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,37 ^{ns}
P x E	4,54 [*]	-	-	-
F x E	-	-	-	-
P x F x E	-	-	-	-
CV (%)	30,08	26,22	24,78	17,63

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; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. ⁽¹⁾ 1ª avaliação – % de área foliar infectada antes da 1ª pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽²⁾ 2ª avaliação – % de área foliar infectada antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas para a segunda época de semeadura, novembro; ⁽³⁾ Área abaixo da curva de progresso de doença para a segunda época de semeadura, novembro; ⁽⁴⁾ Nota de desfolha – antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas para a segunda época de semeadura, novembro.

Observa-se que as populações de plantas e os fungicidas não influenciaram significativamente os resultados de desfolha. Nesta fase, em média, as plantas apresentavam nota 4, que corresponde a faixa de 51 a 75% de desfolha.

Concordando com os resultados obtidos por MENEGETTI et al. (2010) e MILES et al. (2007), os dados de AACPD, confirmam que o fungicida azoxystrobina + ciproconazol (AZ + CP) foi mais eficiente no controle da doença do que o fungicida TB aplicado sozinho. A aplicação da mistura estrobilurina e triazol (AZ + CP) conferiu uma redução de 30% em relação à aplicação isolada do triazol (TB), considerando a média dos tratamentos para o ano agrícola 2009/2010. Para GODOY & CANTERI (2004), a mistura estrobilurina + triazol, aplicada preventivamente, pode ter efeito protetor com controle acima de 90% até oito dias após a inoculação e inibir 93% do desenvolvimento dos sintomas, quando aplicados dois dias após a inoculação.

Quando a doença atinge a cultura ainda nos estádios críticos correspondentes a formação de vagens, como no ano agrícola 2010/2011, o manejo da cultura, através de melhor arranjo de plantas, torna-se ainda mais importante. Verifica-se que a redução da população de plantas contribui significativamente para maior controle e menor severidade da ferrugem asiática (Tabela 4). A alteração do microclima originado pelas diferentes populações de plantas e também a melhor cobertura das folhas de soja com as gotas da pulverização nas parcelas menos adensadas podem retardar a incidência da ferrugem asiática da soja.

Nas avaliações realizadas 15 dias após a primeira pulverização, a aplicação das doses recomendada e reduzida de AZ + CP não diferiram entre si e resultaram em porcentagens de AFI menor do que as observadas nos demais tratamentos. Maior severidade da doença foi verificada nas plantas semeadas em outubro (Tabela 4).

A interação fungicida x época de semeadura para a severidade da doença 15 dias após a segunda pulverização, evidencia a maior eficiência do tratamento fungicida AZ + CP no controle da doença em ambas as épocas de semeadura. Para todos os tratamentos fungicidas a severidade foi maior nas plantas da primeira época de semeadura (Tabela 5).

Tabela 4. Estimativa da severidade da ferrugem asiática e desfolha, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar infectada (%)			Nota de desfolha		
	Avaliações			Avaliações		
	1 ^a (1)	2 ^a (2)	3 ^a (3)	AACPD (4)	2 ^a (5)	3 ^a (6)
População (pl ha⁻¹) (P)						
160.000	0,34	10,0 b	25,9 b	352,2 b	2,4	3,1
280.000	0,39	12,6 a	27,5 b	405,2 a	2,2	3,2
400.000	0,38	10,9 ab	32,2 a	411,8 a	2,4	3,5
Teste F	1,00 ^{ns}	4,39 *	8,19 **	5,59 **	2,32 ^{ns}	2,28 ^{ns}
DMS	0,10	2,18	3,90	46,54	0,29	0,37
Fungicidas (F)						
Testemunha	-	13,0 a	39,1 a	494,4 a	2,4 ab	3,7 a
50% AZ + CP	-	7,9 b	18,3 c	262,9 b	2,1 b	3,2 ab
100% AZ + CP	-	8,8 b	18,7 c	282,1 b	2,3 ab	2,8 b
50% TB	-	13,6 a	36,0 ab	478,7 a	2,5 a	3,5 a
100% TB	-	12,5 a	30,7 b	428,5 a	2,4 ab	3,3 ab
Teste F	-	9,73 **	41,84 **	37,44 **	2,48 *	6,52 **
DMS	-	3,29	5,89	70,19	0,43	0,55
Época de semeadura (E)						
Outubro	0,32 b	15,6 a	47,8 a	618,1 a	3,5 a	-
Novembro	0,42 a	6,8 b	9,3 b	161,4 b	1,2 b	-
Teste F	9,75 **	138,76 **	831,83 **	821,42 **	545,73 **	-
DMS	0,07	1,49	2,66	31,67	0,20	-
P x F	-	1,30 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,82 ^{ns}
P x E	1,07 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,20 ^{ns}	3,35 *	-
F x E	-	1,31 ^{ns}	8,67 **	4,53 *	2,05 ^{ns}	-
P x F x E	-	1,28 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-
CV (%)	48,99	36,71	25,66	22,40	22,95	14,56

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. (1) 1^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 1^a pulverização com os tratamentos fungicidas; (2) 2^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas; (3) 3^a avaliação – % de área foliar infectada 15 dias após a 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas; (4) Área abaixo da curva de progresso da doença. (5) Nota de desfolha – antes da 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas; (6) Nota de desfolha – antes da 3^a pulverização com os tratamentos fungicidas para a segunda época de semeadura, novembro.

Tabela 5. Desdobramento da interação fungicidas x épocas de semeadura para a estimativa da severidade da ferrugem asiática, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Área foliar infectada (%) -3ª avaliação ⁽¹⁾	
	Época de semeadura (E)	
	Outubro	Novembro
Testemunha	64,2 a A	13,9 b A
50% AZ + CP	32,5 a C	4,0 b B
100% AZ + CP	34,5 a C	2,9 b B
50% TB	57,5 a AB	14,4 b A
100% TB	50,4 a B	11,1 b AB
DMS (F)	8,33	
DMS (E)	5,94	

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. ⁽¹⁾ 3ª avaliação – % de área foliar infectada 15 dias após a 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas – antes da 3ª pulverização para a segunda época de semeadura, novembro.

A AACPD, que representa a epidemia como um todo, pois leva em consideração o estresse a que a cultura foi submetida durante vários estádios de desenvolvimento (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996) também destacou a maior eficiência do fungicida AZ + CP, nas suas doses recomendada e reduzida, no controle da ferrugem asiática (Tabela 4). Observa-se que para ambas as épocas de semeadura, os tratamentos com TB, doses recomendada e reduzida, não diferiram da testemunha sem fungicidas e apresentaram os maiores valores de AACPD. O uso de triazol (TB) isoladamente proporcionou níveis de severidade da ferrugem 50 e 157% maiores em relação aos tratamentos em que o triazol foi aplicado de forma conjunta com estrobilurinas (AZ + CP), para a primeira e segunda época de semeadura, respectivamente. Para todos os tratamentos fungicidas na época de semeadura novembro foram verificados as menores AACPD (Figura 4).

A mistura de dois ou mais ingredientes ativos com mecanismo de ação distintos proporciona um controle mais eficiente da ferrugem asiática da soja. Soma-se a isso o fato de a combinação desses ativos em campo possibilitarem um aumento do espectro

de ação do produto, garantindo ao mesmo um maior residual, além de reduzir o risco do surgimento de populações do patógeno resistentes ao fungicida.

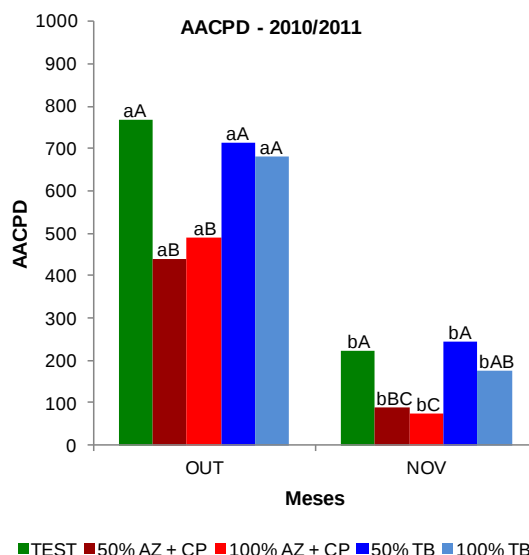


Figura 4. Desdobramento da interação fungicidas x épocas de semeadura para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

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

A soja é uma espécie que apresenta uma grande plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações, de vagens e de grãos por planta, de forma inversamente proporcional às variações populacionais (EMBRAPA, 2011). Nos dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, os maiores números de nós por planta, ramos por planta, nós no maior ramo e comprimento do maior ramo foram observados nas semeaduras menos adensadas, 160.000 plantas ha⁻¹ (Tabelas 6 e 7). Por outro lado, com a redução da população de plantas houve também redução na altura de plantas e na altura de inserção da primeira vagem. Na semeadura

Tabela 6. Caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboicabal, SP.

Tratamentos	Nº nós na haste principal	Nº ramos na haste principal	Nº nós no maior ramo	Comprimento do maior ramo (cm)	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
População (pl ha⁻¹) (P)						
160.000	17,62 a	2,33 a	4,83 a	32,15 a	63,47 b	10,25 b
280.000	17,01 b	1,94 b	3,77 b	26,60 b	66,28 ab	11,03 b
400.000	16,51 b	1,75 b	3,15 b	23,90 b	69,44 a	12,11 a
Teste F	12,48**	10,24**	20,60**	11,02**	5,97**	9,10**
DMS	0,53	0,31	0,63	4,28	4,13	1,04
Fungicida (F)						
Testemunha	16,95	1,82	3,85	26,92	67,24	11,08
50% AZ + CP	17,20	2,08	3,98	28,21	64,98	10,64
100% AZ + CP	16,93	2,07	4,03	27,60	66,55	11,33
50% TB	17,04	1,98	3,58	25,55	66,77	11,06
100% TB	17,11	2,06	4,15	29,46	66,45	11,54
Teste F	0,32 ns	0,82 ns	0,81 ns	0,79 ns	0,29 ns	0,71 ns
DMS	0,80	0,47	0,95	6,45	6,22	1,58
Época de semeadura (E)						
Outubro	17,64 a	1,87 b	3,75	27,96	71,83 a	11,72 a
Novembro	16,41 b	2,14 a	4,08	27,14	60,96 b	10,54 b
Teste F	42,66**	6,32*	2,29 ns	0,31 ns	59,20**	10,93**
DMS	0,36	0,21	0,41	2,91	2,81	0,71
P x F	0,28 ns	0,63 ns	1,02 ns	0,71 ns	0,52 ns	0,40 ns
P x E	0,61 ns	0,88 ns	0,94 ns	2,08 ns	0,96 ns	3,09 ns
F x E	0,62 ns	0,74 ns	0,60 ns	0,37 ns	0,43 ns	0,45 ns
P x F x E	0,24 ns	0,63 ns	0,87 ns	1,20 ns	0,63 ns	0,49 ns
CV (%)	5,86	29,26	30,17	29,10	11,65	17,60

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. Caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobrina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboicabal, SP.

Tratamentos	Nº nós na haste		Nº ramos na haste principal		Nº nós no maior ramo	Comprimento do maior ramo (cm)	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
População (pl ha⁻¹) (P)								
160.000	19,72 a		2,27 a		4,91 a	33,50 a	72,42 c	10,02 c
280.000	18,33 b		1,55 b		3,45 b	26,83 b	80,02 b	11,85 b
400.000	17,47 c		1,37 b		2,39 c	20,81 c	86,62 a	14,14 a
Teste F	55,81 **		61,35 **		122,84 **	33,73 **	27,78 **	67,76 **
DMS	0,51		0,21		0,38	3,69	4,55	0,85
Fungicida (F)								
Testemunha	18,57		1,72		3,71	27,36	79,35	11,90
50% AZ + CP	18,70		1,70		3,50	25,74	79,83	12,14
100% AZ + CP	18,39		1,66		3,70	28,48	79,12	11,73
50% TB	18,53		1,73		3,41	27,24	80,73	12,20
100% TB	18,36		1,83		3,61	26,41	79,40	12,05
Teste F	0,49 ns		0,62 ns		0,77 ns	0,54 ns	0,13 ns	0,34 ns
DMS	0,77		0,31		0,58	5,56	6,86	1,28
Época de semeadura (E)								
Outubro	18,87 a		1,93 a		3,87 a	30,76 a	84,25 a	11,03 b
Novembro	18,14 b		1,52 b		3,30 b	23,33 b	75,11 b	12,98 a
Teste F	17,23 **		33,83 **		18,30 **	34,70 **	34,47 **	45,19 **
DMS	0,35		0,14		0,26	2,51	3,09	0,58
P x F	0,97 ns		1,45 ns		2,07 *	2,33 *	0,53 ns	0,90 ns
P x E	3,13 *		5,96 **		5,65 **	3,93 *	1,04 ns	13,87 **
F x E	0,16 ns		4,20 **		1,29 ns	0,69 ns	0,11 ns	2,09 ns
P x F x E	0,83 ns		0,69 ns		2,46 *	2,04 ns	0,26 ns	0,61 ns
CV (%)	5,19		22,34		20,12	25,55	10,70	13,21

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.

realizada em outubro foi observado maior desenvolvimento de plantas com aumento de quase todos os caracteres agronômicos.

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.

Com relação aos tratamentos fungicidas, no ano agrícola 2010/2011, as plantas tratadas com a dose recomendada de AZ + CP apresentaram aumento no comprimento do maior ramo quando semeadas nas populações de plantas mais adensadas em relação as parcelas testemunhas não tratadas (dados não apresentados nas tabelas).

O número de nós e de ramos na haste principal variou inversamente as variações na população de plantas enquanto a altura de inserção da primeira vagem variou de acordo com as variações na população (Tabela 8).

Tabela 8. Desdobramento das interações população de plantas x épocas de semeadura para os caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Nº de nós na haste principal		Nº de ramos na haste principal		Altura de inserção da 1ª vagem (cm)	
	Época de semeadura (E)					
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
160.000	19,78 a A	19,66 a A	2,45 a A	2,09 b A	9,53 a B	10,51 a C
280.000	18,80 a B	17,87 b B	1,62 a B	1,48 a B	11,47 a A	12,23 a B
400.000	18,04 a C	16,90 b C	1,73 a B	1,00 b C	12,09 b A	16,19 a A
DMS (P)	0,72		0,29		1,20	
DMS (E)	0,60		0,24		1,00	

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.

Vale lembrar que, quando a doença ocorreu no primeiro ano agrícola, as plantas já estavam em estádios de completa formação de vagens e enchimento de grãos avançado (R5.5), não interferindo, portanto, no seu desenvolvimento vegetativo e, assim, não foram observadas influências dos tratamentos fungicidas testados. Para

SILVA et al. (2007), o progresso da doença e a severidade variam em função da época de semeadura. Eles observaram que nas cultivares semeadas em novembro, a doença apareceu no estágio R5, início de formação de grãos; e nas cultivares semeadas em dezembro, a doença apareceu no estágio R3, início de formação de vagens, apresentando maior severidade.

O número de vagens por planta é o componente do rendimento mais influenciado pela população de plantas (HEIFFIG, 2002 e PEIXOTO et al., 2000). Nos dois anos agrícolas (Tabela 9 e 10), observa-se que o número de vagens variou inversamente com a variação da população. Na menor população, 160.000 plantas ha⁻¹, verificaram-se os maiores números de vagens.

A semeadura de outubro favoreceu a formação de maior número de vagens e de vagens chochas por planta, maior massa de 100 grãos e maior produtividade de grãos no ano agrícola 2009/2010. Os tratamentos fungicidas não influenciaram os resultados referentes aos componentes de produção e produtividade. A ocorrência tardia da ferrugem, em cultivares de ciclo precoce, não ocasiona efeitos sobre perdas na produtividade (BARBOSA, 2008). Em cultivares de ciclo precoce, os fungos têm menos tempo para causar redução da produtividade, em razão de a cultura ficar menor tempo no campo em contato com o patógeno (SILVA et al., 2007).

No ano agrícola 2010/2011, a produtividade de grãos foi maior na população de plantas mais adensada e na época de semeadura novembro. CORTEZ et al. (2011), RAMBO et al. (2003) e TOURINO et al. (2002), trabalhando com diferentes densidades de semeadura não encontraram diferenças entre elas para a produtividade da soja. O mesmo foi observado no primeiro ano agrícola. Normalmente as menores populações de plantas tendem a compensar a produção pela maior quantidade de ramos laterais e de vagens por planta produzida.

A pulverização do fungicida AZ + CP resultou em massa de 100 grãos e produtividades significativamente maiores. Variáveis importantes para representar a eficiência de fungicidas, evidenciaram que os tratamentos com AZ + CP, nas suas doses recomendadas e reduzidas, foram significativamente superiores a testemunha, refletindo controle mais eficiente da doença. A aplicação dessa mistura apresentou

também o melhor desempenho e proporcionou as maiores médias de produtividade, em todas as cultivares testadas por SILVA et al. (2007) na segunda época de semeadura testada, em que a severidade da doença foi maior.

Tabela 9. Caracteres de produção e produtividade de grãos, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Nº vagens planta ⁻¹	Vagens chochas planta ⁻¹ (%)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	51,47 a	3,28	14,49	2.471
280.000	41,26 b	2,94	14,73	2.569
400.000	36,50 b	2,92	14,92	2.679
Teste F	24,03**	0,50 ^{ns}	2,32 ^{ns}	2,22 ^{ns}
DMS	5,26	0,96	0,48	235,53
Fungicida (F)				
Testemunha	40,93	2,85	14,47	2.452
50% AZ + CP	45,04	3,69	14,99	2.694
100% AZ + CP	42,66	2,90	15,11	2.712
50% TB	41,85	3,13	14,40	2.449
100% TB	44,89	2,66	14,59	2.559
Teste F	0,83 ^{ns}	1,17 ^{ns}	3,07 ^{ns}	1,97 ^{ns}
DMS	7,94	1,44	0,72	355,24
Época de semeadura (E)				
Outubro	47,64 a	3,43 a	16,13 a	2.758 a
Novembro	38,51 b	2,66 b	13,31 b	2.388 b
Teste F	25,70**	5,55*	300,53**	21,11**
DMS	3,58	0,65	0,32	160,30
P x F	0,43 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,55 ^{ns}
P x E	1,11 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,26 ^{ns}	2,14 ^{ns}
F x E	0,61 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,42 ^{ns}
P x F x E	0,49 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,79 ^{ns}
CV (%)	22,91	58,93	6,05	17,17

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.

Esses resultados podem estar relacionados à combinação dos efeitos protetor e curativo do último fungicida e do seu maior efeito residual, possibilitando maior

longevidade da folhagem, maior controle da doença, refletindo assim em melhores produtividades (SILVA JR. et al., 2009)

Tabela 10. Caracteres de produção e produtividade de grãos, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Nº vagens planta ⁻¹	Vagens chochas planta ⁻¹ (%)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	53,42 a	7,43	15,67	1.773 b
280.000	38,08 b	7,63	15,89	2.109 a
400.000	29,85 c	7,93	15,88	2.263 a
Teste F	242,71 **	0,15 ^{ns}	0,48 ^{ns}	24,82 **
DMS	2,59	2,19	0,61	169,66
Fungicida (F)				
Testemunha	39,35	8,04	14,96 b	1.827 c
50% AZ + CP	40,98	7,04	16,70 a	2.199 ab
100% AZ + CP	40,61	8,00	16,75 a	2.256 a
50% TB	40,35	7,38	15,10 b	1.995 bc
100% TB	40,95	7,84	15,55 b	1.966 bc
Teste F	0,45 ^{ns}	0,27 ^{ns}	13,78 **	7,37 **
DMS	3,91	3,30	0,92	255,89
Época de semeadura (E)				
Outubro	43,19 a	14,28 a	16,96 a	1.949 b
Novembro	37,70 b	1,04 b	14,67 b	2.148 a
Teste F	38,36 **	312,59 **	121,46 **	11,67 **
DMS	1,76	1,49	0,41	115,47
P x F	0,84 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,33 ^{ns}
P x E	2,69 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,53 ^{ns}
F x E	0,44 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,71 ^{ns}
P x F x E	0,58 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,84 ^{ns}
CV (%)	12,01	53,52	7,20	15,53

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; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A semeadura de outubro favoreceu a formação de maior número de vagens e massa de 100 grãos, entretanto o percentual de vagens chochas também foi maior. A ferrugem asiática da soja possui alto potencial de dano à cultura, provoca rápido amarelecimento e queda das folhas que prejudicam a plena formação dos grãos

(SOARES et al., 2004). A ocorrência da doença ainda em fases reprodutivas iniciais contribuiu para a maior formação de vagens chochas nas plantas, maiores perdas de rendimento e de qualidade. Vale lembrar que a ferrugem reduz a área fotossintética não só pela desfolha direta como pelas lesões causadas nas folhas.

No segundo ano agrícola, a colheita das plantas da segunda época de semeadura, novembro, foi comprometida pelas condições climáticas não favoráveis. O excesso de chuva nos meses de fevereiro e março de 2011 impossibilitou que essa fosse realizada no momento mais adequado (Tabelas 1 e 2, e, Figuras 1 e 2).

Recomenda-se que nos programas de melhoramento genético, para a resistência genética à ferrugem asiática, utilizem-se genótipos com ciclo precoce, pois o ciclo menor e a existência de genes que conferem resistência parcial atuarão em conjunto na manutenção da produtividade (SILVA et al., 2007). O uso de cultivares precoces pode ser uma estratégia eficiente de manejo para escapar de momentos críticos relacionados a ocorrência da doença.

3.2. Cultivar de ciclo médio MG/BR-46 (Conquista)

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática no ano agrícola de 2009/2010 foram observados cerca de 70 e 60 dias após a emergência das plântulas para a primeira e segunda épocas de semeadura, respectivamente. A infecção inicial atingiu as plantas da primeira época de semeadura no estágio de desenvolvimento R4 e, da segunda época, no estágio R3. No geral, a porcentagem de área foliar infectada (AFI) foi inicialmente baixa. A população de plantas não influenciou na severidade inicial da doença e as plantas apresentaram maior porcentagem de AFI na semeadura mais precoce (Tabela 11). A porcentagem de desfolha inicial recebeu nota 1, que corresponde de traços a 10% de desfolha (dados não apresentados nas tabelas).

No ano agrícola de 2010/2011, os primeiros sintomas da doença foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plântulas, na área semeada em outubro, quando as plantas encontravam-se no estágio de desenvolvimento R3. As

plantas da segunda época apresentaram os sintomas iniciais da doença, cerca de 50 dias após a emergência, no estágio de desenvolvimento R2. A porcentagem inicial de área foliar infectada (AFI) foi menor do que 0,5% (Tabela 12). Na primeira avaliação da porcentagem de desfolha, todas as parcelas receberam nota 1 (dados não apresentados nas tabelas). A identificação da ferrugem da soja nos estágios iniciais é de grande importância, uma vez que nessa fase o controle químico apresenta maior eficiência.

Nas avaliações realizadas antes da segunda pulverização das plantas do ano agrícola de 2009/2010, observou-se que houve diferenças significativas entre os fungicidas e as épocas de semeadura (Tabela 11). A aplicação das doses recomendada e reduzida de azoxystrobina + ciproconazol (AZ + CP) resultou em porcentagens de AFI significativamente menores do que as observadas nos tratamentos com tebuconazol (TB) e na testemunha. Com relação à dose recomendada de AZ + CP, além da menor porcentagem de AFI, observaram-se também menores porcentagens de desfolha em relação ao tratamento testemunha. No que se refere a época de semeadura, houve maior porcentagem de AFI e de desfolha na semeadura realizada em outubro.

Na terceira avaliação da severidade da doença, realizada 15 dias após a pulverização com fungicidas, para as plantas da época de semeadura novembro, o fungicida AZ + CP continuou proporcionando controle mais eficiente da doença. Nesta ocasião, a porcentagem de desfolha de todas as parcelas atingiu mais de 75% (Tabela 11). Em trabalho realizado por SILVA et al. (2009) os tratamentos com azoxystrobina + ciproconazol e picoxystrobina + ciproconazol promoveram os menores valores de severidade da ferrugem asiática da soja, sendo estatisticamente superiores à testemunha e aos demais tratamentos testados.

No segundo ano de experimento, nas avaliações realizadas antes da segunda e terceira pulverização, a aplicação das doses recomendada e reduzida de AZ + CP resultou em porcentagens de AFI e desfolha menores do que as observadas nos demais tratamentos. A semeadura realizada em outubro favoreceu a severidade da ferrugem. Para essas avaliações, nas parcelas com as menores populações (160.000

plantas ha⁻¹) verificou-se desfolha menos intensa, inferior a maior população testada (Tabela 12).

Tabela 11. Estimativa da severidade da ferrugem asiática e desfolha, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar infectada (%)			AACPD (4)	Nota de desfolha (5)
	Avaliações				
	1ª (1)	2ª (2)	3ª (3)		
População (pl ha⁻¹) (P)					
160.000	3,0	36,7	32,3	488,5	3,3
280.000	3,1	36,4	32,5	485,7	3,4
400.000	3,3	37,4	32,4	501,8	3,5
Teste F	1,29 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,12 ^{ns}
DMS	0,51	4,02	4,44	50,79	0,36
Fungicida (F)					
Testemunha	-	47,6 a	46,4 a	628,5 a	3,7 a
50% AZ + CP	-	26,5 b	19,6 c	363,8 b	3,3 ab
100% AZ + CP	-	23,9 b	20,0 c	329,7 b	3,1 b
50% TB	-	43,5 a	40,4 ab	573,3 a	3,6 ab
100% TB	-	42,8 a	37,7 b	564,9 a	3,3 ab
Teste F	-	49,55 **	59,48 **	48,50 **	3,24 *
DMS	-	6,07	6,72	76,60	0,55
Época de semeadura (E)					
Outubro	4,1 a	44,3 a	-	604,5 a	4,0 a
Novembro	2,2 b	29,4 b	-	379,6 b	2,8 b
Teste F	115,92 **	116,31 **	-	167,27 **	97,71 **
DMS	0,35	2,74	-	34,57	0,23
P x F	-	0,73 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,79 ^{ns}
P x E	2,51 ^{ns}	0,57 ^{ns}	-	0,78 ^{ns}	1,30 ^{ns}
F x E	-	14,30 **	-	14,98 **	0,24 ^{ns}
P x F x E	-	1,10 ^{ns}	-	0,99 ^{ns}	0,25 ^{ns}
CV (%)	30,37	20,47	17,83	19,36	20,10

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. ⁽¹⁾ 1^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 1^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽²⁾ 2^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽³⁾ 3^a avaliação – % de área foliar infectada 15 dias após a 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas para a segunda época de semeadura, novembro; ⁽⁴⁾ Área abaixo da curva de progresso de doença; ⁽⁵⁾ Nota de desfolha – antes da 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas.

Tabela 12. Estimativa da severidade da ferrugem asiática e desfolha, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar infectada (%)				AACPD ⁽⁵⁾				Nota de desfolha			
	Avaliações								Avaliações			
	1 ^a (1)	2 ^a (2)	3 ^a (3)	4 ^a (4)					2 ^a (6)	3 ^a (7)	4 ^a (8)	
População (pl ha⁻¹) (P)												
160.000	0,45	11,2	25,6	38,5					367,6	2,6 b	3,2 b	4,6
280.000	0,48	11,2	26,1	40,0					373,9	2,8 ab	3,3 b	4,6
400.000	0,45	12,9	26,8	39,0					405,5	2,9 a	3,5 a	4,6
Teste F	0,40 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,26 ^{ns}					1,78 ^{ns}	3,83 *	6,86 **	1,00 ^{ns}
DMS	0,10	2,91	3,53	4,89					51,35	0,28	0,21	0,10
Fungicida (F)												
Testemunha	-	16,9 a	36,3 a	60,1 a					532,5 a	3,1 a	3,6 a	5,0 a
50% AZ + CP	-	7,7 c	14,1 b	18,1 c					232,4 c	2,5 b	3,1 b	4,0 b
100% AZ + CP	-	8,0 c	12,8 b	13,9 c					225,8 c	2,4 b	3,0 b	4,0 b
50% TB	-	14,7 ab	36,2 a	53,7 ab					502,5 a	3,0 a	3,5 a	4,9 a
100% TB	-	11,6 bc	31,3 a	50,0 b					418,5 b	3,0 a	3,5 a	5,0 a
Teste F	-	13,18 **	75,81 **	137,01 **					55,18 **	10,55 **	10,44 **	205,00 **
DMS	-	4,39	5,33	7,41					77,44	0,42	0,33	0,15
Época de semeadura (E)												
Outubro	0,48	16,8 a	42,3 a	-					597,7 a	3,4 a	4,0 a	-
Novembro	0,44	6,8 b	10,0 b	-					167,0 b	2,2 b	2,7 b	-
Teste F	1,13 ^{ns}	99,15 **	716,78 **	-					600,25 **	173,85 **	307,98 **	-
DMS	0,07	1,98	2,40	-					34,95	0,19	0,15	-
P x F	-	1,02 ^{ns}	0,21 ^{ns}	2,29*					0,69 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,00 ^{ns}
P x E	5,67 **	1,88 ^{ns}	0,54 ^{ns}	-					2,57 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,94 ^{ns}	-
F x E	-	1,98 ^{ns}	12,97 **	-					9,27 **	3,32 *	1,65 ^{ns}	-
P x F x E	-	1,03 ^{ns}	0,65 ^{ns}	-					1,04 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-
CV (%)	39,31	46,33	25,34	16,26					25,19	18,49	12,42	2,82

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. ⁽¹⁾ 1^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 1^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽²⁾ 2^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽³⁾ 3^a avaliação – % de área foliar infectada antes da 3^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽⁴⁾ 4^a avaliação – % de área foliar infectada 21 dias após a 3^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽⁵⁾ Área abaixo da curva de progresso da doença; ⁽⁶⁾ Nota de desfolha – antes da 2^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽⁷⁾ Nota de desfolha – antes da 3^a pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽⁸⁾ Nota de desfolha – 21 dias após a 3^a pulverização com os tratamentos fungicidas.

A porcentagem de área foliar infectada antes da segunda pulverização com fungicidas, no ano agrícola de 2009/2010; a porcentagem de área foliar infectada antes da terceira pulverização e desfolha antes da segunda pulverização, no ano agrícola de 2010/2011, para ambas as épocas de semeadura, foram menores nos tratamentos fungicidas com AZ + CP, independentemente da dose. Na época de semeadura novembro foram verificados menores severidades da doença e desfolha (Tabela 13).

Tabela 13. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura para a estimativa da severidade da ferrugem asiática e desfolha, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011. Jaboticabal, SP.

2009/2010				
Fungicidas (F)	Área foliar infectada (%) – 2ª avaliação ⁽¹⁾			
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro		
Testemunha	59,6 a A	35,6 b A		
50% AZ + CP	26,8 a B	26,3 a BC		
100% AZ + CP	25,8 a B	22,0 a C		
50% TB	55,0 a A	32,1 b AB		
100% TB	54,3 a A	31,2 b AB		
DMS (F)	8,58			
DMS (E)	6,12			
2010/2011				
Fungicidas (F)	Área foliar infectada (%) 3ª avaliação ⁽²⁾		Nota de desfolha 2ª avaliação ⁽³⁾	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
Testemunha	54,7 a A	17,8 b A	3,8 a A	2,5 b
50% AZ + CP	25,8 a B	2,4 b B	2,9 a B	2,1 b
100% AZ + CP	23,0 a B	2,5 b B	2,8 a B	1,9 b
50% TB	55,9 a A	16,5 b A	3,9 a A	2,2 b
100% TB	54,7 a A	17,8 b A	3,8 a A	2,3 b
DMS (F)	7,53		0,59	
DMS (E)	5,37		0,42	

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. ⁽¹⁾ 2ª avaliação – % de área foliar infectada antes da 2ª pulverização com tratamentos fungicidas; ⁽²⁾ 3ª avaliação – % de área foliar infectada antes da 3ª pulverização com os tratamentos fungicidas; ⁽³⁾ Nota de desfolha – antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas.

Na quarta avaliação da severidade da ferrugem asiática, realizada 21 dias após a pulverização com fungicidas, para as plantas da segunda época de semeadura, o fungicida AZ + CP, nas doses recomendada e reduzida novamente proporcionou melhor controle da doença, com porcentagens de AFI significativamente menores do que os demais tratamentos em todas as populações de plantas. Para a população mais adensada (400.000 plantas ha⁻¹), os tratamentos com TB não diferenciaram da testemunha (Tabela 14). A porcentagem de desfolha foi superior a 75%. A ferrugem reduz a área fotossintética não só pela desfolha direta, mas também pelas lesões causadas nas folhas.

O melhor arranjo de plantas pode retardar a incidência da ferrugem asiática da soja, possivelmente pela alteração do microclima originado pelas diferentes populações de plantas e também pela melhor cobertura das folhas de soja com as gotas da pulverização nas parcelas menos adensadas.

Tabela 14. Desdobramento da interação população de plantas x fungicidas para a estimativa da severidade da ferrugem asiática, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas, época de semeadura novembro, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Área foliar infectada (%) – 4ª avaliação ⁽¹⁾		
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)		
	160.000	280.000	400.000
Testemunha	61,8 a A	62,6 a A	56,1 a A
50% AZ + CP	20,4 a C	17,5 a C	16,4 a B
100% AZ + CP	13,3 a C	11,7 a C	16,8 a B
50% TB	46,1 b B	61,8 a A	53,3 ab A
100% TB	51,2 a AB	46,4 a B	52,5 a A
DMS (F)		12,83	
DMS (P)		10,93	

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. ⁽¹⁾ 4ª avaliação – % de área foliar infectada 21 dias após a 3ª pulverização com os tratamentos fungicidas para a segunda época de semeadura, novembro.

Analisando-se os dados de AACPD, confirma-se que o fungicida AZ + CP foi mais eficiente no controle da doença do que o fungicida TB aplicado sozinho. A

aplicação da mistura estrobilurina + triazol (AZ + CP) conferiu uma redução de 39 e 50% em relação à aplicação isolada do triazol (TB), considerando a média dos tratamentos, respectivamente para os anos agrícolas de 2009/2010 e de 2010/2011. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por MENEGETTI et al. (2010) e MILES et al. (2007), que também obtiveram menores níveis de severidade e de desfolha pela ferrugem asiática quando triazóis e estrobilurinas foram aplicados de forma conjunta em relação ao emprego isolado de triazóis. Da mesma forma, o fungicida piraclostrobina + epoxiconazol foi mais eficiente no controle da ferrugem asiática do que oxicloreto de cobre, tiofanato metílico, tiofanato metílico + clorotalonil e clorotalonil (SILVA JR. et al., 2009).

Isso indica que a mistura de dois ou mais ingredientes ativos com mecanismo de ação distintos proporciona um controle mais eficiente da ferrugem asiática da soja. Além disso, essas combinações em campo possibilitam o aumento do espectro de ação do produto, garantindo maior efeito residual, além de reduzir o risco do surgimento de populações do patógeno resistentes ao fungicida.

Para ambos os anos agrícolas, na primeira época de semeadura, quando a doença foi mais severa, o tratamento fungicida com AZ + CP, nas doses recomendada e reduzida, foi ainda mais eficiente para o controle da ferrugem asiática, com redução significativa na AACPD, quando comparados aos tratamentos com o fungicida TB em ambas as doses e testemunha (Figuras 5a e 5b). Para todos os tratamentos fungicidas na época de semeadura novembro foram verificados as menores AACPD.

A AACPD é uma variável recomendada por alguns autores por representar a epidemia como um todo, pois leva em consideração o estresse a que a cultura foi submetida durante vários estádios de desenvolvimento (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). No entanto, como é uma variável integral, não pode ser usada para estimar o dano no transcorrer da safra, uma vez que só é obtida no final do ciclo, após a realização de todas as avaliações (HIKISHIMA et al., 2010).

Nas menores populações de plantas utilizadas, maior o desenvolvimento vegetativo das plantas nos dois anos agrícolas, com aumento no número de ramos, no número de nós no maior ramo e no comprimento do maior ramo (Tabelas 15 e 16). Por

outro lado, com a redução da população de plantas houve também redução na altura de plantas e na altura de inserção da primeira vagem. A soja é uma espécie que apresenta grande plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial das plantas, com variação no número de ramificações, de vagens e de grãos por planta, de forma inversamente proporcional às variações populacionais (EMBRAPA, 2011).

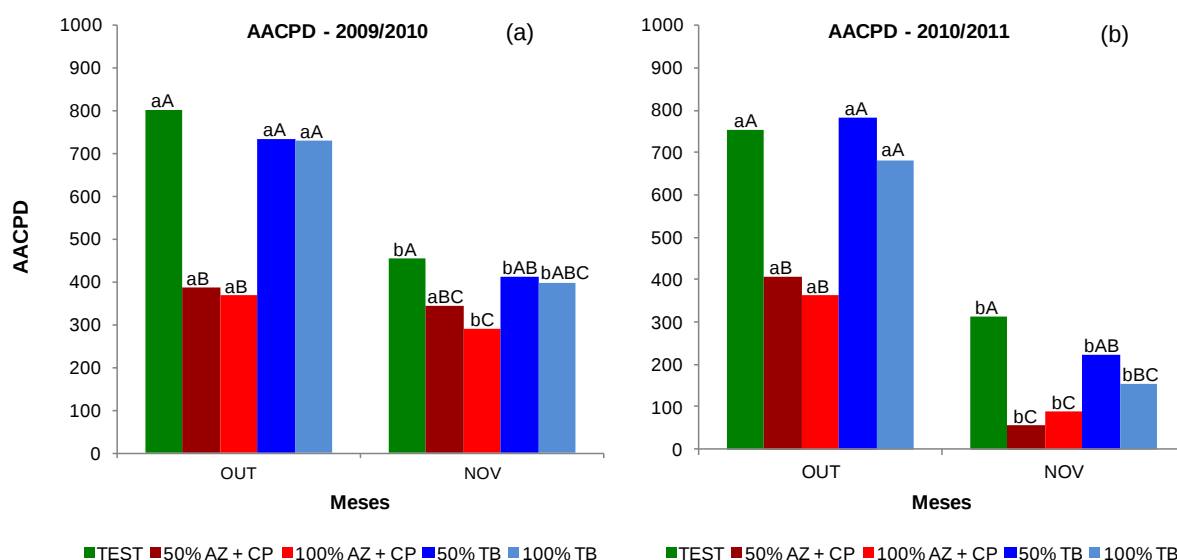


Figura 5. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, anos agrícolas de 2009/2010 (a) e 2010/2011 (b). Jaboticabal, SP.

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

Na semeadura realizada em outubro foi observado maior desenvolvimento de plantas com melhor desempenho dos caracteres agrônômicos, exceto a altura de inserção da primeira vagem no primeiro ano agrícola. Neste ano, para todas as populações de plantas, na época de semeadura outubro foi observado maior número de nós na haste principal, e, para todos os tratamentos fungicidas e testemunha, quanto

Tabela 15. Caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboaticabal, SP.

Tratamentos	Nº nós na haste principal	Nº ramos na haste principal	Nº nós no maior ramo	Comprimento do maior ramo (cm)	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
População (pl ha ⁻¹) (P)						
160.000	13,87	7,92 a	5,62 a	50,20 a	64,71 c	22,48 c
280.000	13,95	6,75 b	4,40 b	46,35 b	74,52 b	26,46 b
400.000	13,79	6,10 c	3,78 c	40,57 c	80,95 a	28,64 a
Teste F	0,68 ^{ns}	60,61 ^{**}	82,84 ^{**}	30,70 ^{**}	101,64 ^{**}	68,65 ^{**}
DMS	0,33	0,40	0,35	2,95	2,74	1,27
Fungicida (F)						
Testemunha	13,92	7,12	4,72	47,31 ab	72,78	27,48 a
50% AZ + CP	13,92	7,14	4,63	45,25 ab	73,69	24,99 b
100% AZ + CP	13,84	6,61	4,53	44,63 ab	73,03	24,72 b
50% TB	13,89	6,98	4,78	47,97 a	73,31	25,59 ab
100% TB	13,77	6,78	4,35	43,38 b	74,15	26,50 ab
Teste F	0,26 ^{ns}	2,22 ^{ns}	1,66 ^{ns}	2,84 [*]	0,27 ^{ns}	5,48 ^{**}
DMS	0,50	0,60	0,52	4,45	4,13	1,91
Época de semeadura (E)						
Outubro	14,36 a	7,70 a	4,79 a	48,85 a	79,14 a	25,09 b
Novembro	13,38 b	6,16 b	4,41 b	42,56 b	67,65 b	26,63 a
Teste F	76,53 ^{**}	126,43 ^{**}	9,84 ^{**}	38,83 ^{**}	150,37 ^{**}	12,63 ^{**}
DMS	0,22	0,27	0,24	2,01	1,86	0,86
P x F	0,52 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,01 ^{ns}	2,36 [*]
P x E	3,23 [*]	2,17 ^{ns}	1,34 ^{ns}	2,88 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,83 ^{ns}
F x E	1,00 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,74 ^{ns}	2,00 ^{ns}
P x F x E	0,90 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,42 ^{ns}
CV (%)	4,44	10,83	14,11	12,10	6,99	9,21

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 16. Caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboaticabal, SP.

Tratamentos	Nº nós na haste principal	Nº ramos na haste principal	Nº nós no maior ramo	Comprimento do maior ramo (cm)	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
População (pl ha⁻¹) (P)						
160.000	18,05 a	6,98 a	5,14 a	51,20 a	94,01 c	29,34 b
280.000	17,54 b	5,97 b	3,66 b	33,85 b	102,07 b	33,17 a
400.000	17,24 b	5,47 c	3,48 b	30,09 b	106,90 a	33,37 a
Teste F	16,86 **	34,66 **	80,45 **	79,63 **	53,35 **	21,99 **
DMS	0,34	0,44	0,34	4,26	3,01	1,63
Fungicida (F)						
Testemunha	17,57	5,78 b	3,76 b	35,90	99,60	37,09 a
50% AZ + CP	17,66	6,52 a	4,44 a	39,41	101,13	26,78 c
100% AZ + CP	17,72	6,40 ab	4,35 a	39,35	102,71	26,80 c
50% TB	17,62	5,85 ab	3,95 ab	37,95	101,20	34,71 ab
100% TB	17,47	6,13 ab	3,94 ab	39,28	100,33	34,40 b
Teste F	0,54 ^{ns}	3,73 **	4,99 **	0,86 ^{ns}	1,01 ^{ns}	59,57 **
DMS	0,51	0,66	0,52	6,42	4,53	2,46
Época de semeadura (E)						
Outubro	18,49 a	6,86 a	4,21 a	39,86 a	106,66 a	35,67 a
Novembro	16,72 b	5,41 b	3,97 b	36,90 b	95,33 b	28,24 b
Teste F	238,94 **	92,22 **	4,04 *	4,13 *	121,20 **	176,17 **
DMS	0,23	0,30	0,23	2,90	2,05	1,11
P x F	0,75 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,41 *
P x E	1,43 ^{ns}	0,88 ^{ns}	6,82 **	2,23 ^{ns}	2,50 ^{ns}	0,37 ^{ns}
F x E	0,59 ^{ns}	5,69 **	0,98 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,18 ^{ns}	16,35 **
P x F x E	0,19 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,89 ^{ns}
CV (%)	3,57	13,46	15,66	20,80	5,58	9,59

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; ^{ns} significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

maior o número de plantas por hectare, maior a altura de inserção da primeira vagem (Tabela 17). Os valores médios referentes a essa variável ficaram um pouco acima do esperado para a cultivar, talvez pelo fato da doença ter ocorrido ainda em fases críticas relacionadas a formação de vagens e grãos. Ressalta-se que esta característica e a altura de plantas apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos por SEDIYAMA et al. (1999) para a colheita mecânica eficiente com baixo índice de perdas. No ano agrícola de 2010/2011, as plantas tratadas com AZ + CP, independentemente da dose, apresentaram redução na altura de inserção da primeira vagem.

Tabela 17. Desdobramento das interações população de plantas x épocas de semeadura e população de plantas x fungicidas para os caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Nº nós na haste principal		
	Época de semeadura (E)		
	Outubro	Novembro	
160.000	14,28 a	13,46 b AB	
280.000	14,32 a	13,58 b A	
400.000	14,48 a	13,10 b B	
DMS (P)	0,46		
DMS (E)	0,39		
Fungicidas (F)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)		
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)		
	160.000	280.000	400.000
Testemunha	24,40 b A	28,38 a A	29,68 a AB
50% AZ + CP	21,04 c B	25,25 b AB	28,68 a AB
100% AZ + CP	21,65 b AB	23,94 b B	28,58 a AB
50% TB	23,45 b AB	26,95 a AB	26,38 a B
100% TB	21,88 b AB	27,76 a A	28,88 a A
DMS (F)	2,84		
DMS (P)	3,32		

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 o ano agrícola de 2010/2011, o número de ramos das plantas da primeira época de semeadura foi menor nas parcelas testemunhas e nas tratadas com TB,

doses recomendada e reduzida. Na primeira época de semeadura ainda foram observados os maiores valores desse componente do desenvolvimento vegetativo para todos os tratamentos com AZ + CP e TB (Tabela 18).

A altura de inserção da primeira vagem foi menor nas plantas com tratamento fungicida AZ + CP dentro de todas as épocas e populações de plantas. Para esses tratamentos fungicidas não houve diferenças entre as épocas de semeadura e nem entre as populações de plantas.

Tabela 18. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura e população de plantas x fungicidas para os caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

2019/2021: São João del-Rei, MG				
Fungicidas (F)	Nº de ramos na haste principal		Altura de inserção da 1ª vagem (cm)	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
Testemunha	5,98 a B	5,58 a	42,78 a A	31,39 b A
50% AZ + CP	7,68 a A	5,34 b	27,77 a B	25,80 a B
100% AZ + CP	7,44 a A	5,37 b	27,73 a B	25,88 a B
50% TB	6,30 a B	5,41 b	39,89 a A	29,53 b A
100% TB	6,91 a AB	5,34 b	40,18 a A	28,88 b AB
DMS (F)	0,94		3,49	
DMS (E)	0,67		2,49	
Fungicidas (F)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)			
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)			
	160.000	280.000	400.000	
Testemunha	33,18 b A	38,96 a A	39,13 a A	
50% AZ + CP	26,14 a BC	28,13 a B	26,09 a B	
100% AZ + CP	25,94 a C	27,45 a B	27,01 a B	
50% TB	31,16 b A	35,53 a A	37,45 a A	
100% TB	30,26 b AB	35,79 a A	37,15 a A	
DMS (F)	4,27			
DMS (P)	3,65			

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.

O número de vagens por planta, porcentagem de vagens chochas e massa de 100 grãos foram influenciados pela população de plantas e fungicidas no primeiro ano agrícola (Tabela 19). Nas menores populações, observaram-se os maiores números de vagens e porcentagens de vagens chochas por planta. HEIFFIG (2002) explica que o número de vagens por planta é o componente do rendimento de grãos mais influenciado pela população de plantas, e varia inversamente com a variação da população.

Tabela 19. Caracteres de produção e produtividade de grãos, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Nº vagens planta ⁻¹	Vagens chochas planta ⁻¹ (%)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	57,34 a	36,44 a	11,22 b	1.198
280.000	39,94 b	33,17 b	11,57 a	1.225
400.000	34,12 c	32,84 b	11,20 b	1.171
Teste F	96,89 **	4,99 **	5,86 **	0,50 ^{ns}
DMS	4,14	3,00	0,29	127,60
Fungicida (F)				
Testemunha	39,06 c	41,91 a	10,51 b	791 c
50% AZ + CP	48,57 a	29,23 c	12,14 a	1.495 a
100% AZ + CP	47,87 ab	27,82 c	12,45 a	1.675 a
50% TB	42,03 bc	36,44 b	10,80 b	980 bc
100% TB	41,47 c	35,36 b	10,75 b	1.049 b
Teste F	6,99 **	24,85 **	65,30 **	57,72 **
DMS	6,24	4,53	0,44	192,50
Época de semeadura (E)				
Outubro	51,80 a	37,21 a	11,36	1.158
Novembro	35,80 b	31,09 b	11,30	1.238
Teste F	127,29 **	35,50 **	0,34 ^{ns}	3,34 ^{ns}
DMS	2,82	2,04	0,20	86,90
P x F	0,55 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,39 ^{ns}
P x E	0,33 ^{ns}	4,27 *	10,19 **	8,06 **
F x E	2,56 *	2,36 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,92 *
P x F x E	0,76 ^{ns}	0,57 ^{ns}	2,60 *	1,03 ^{ns}
CV (%)	17,73	16,48	4,79	19,98

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; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A ferrugem asiática da soja possui alto potencial de dano à cultura. O rápido amarelecimento e queda das folhas prejudicam a plena formação dos grãos (SOARES et al., 2004). A ocorrência da doença ainda em fases reprodutivas iniciais contribuiu para a maior formação de vagens chochas.

O maior número de vagens por planta e massa de grãos, associado a menores porcentagens de vagens chochas por planta, com a pulverização do fungicida AZ + CP resultaram em produtividades significativamente maiores. Ao analisar os dados de produtividade, variável importante para representar a eficiência de fungicidas, observou-se que os tratamentos com AZ + CP foram significativamente superiores aos tratamentos com TB e a testemunha, consequência do melhor controle da doença. A semeadura de outubro favoreceu a formação de maior número de vagens, entretanto, o percentual de vagens chochas também foi maior.

Para todos os tratamentos fungicidas testados os maiores valores de vagens por planta ocorreram para a semeadura realizada em outubro. Tanto para a primeira como para a segunda época de semeadura, produtividades de grãos superiores foram observadas com os tratamentos fungicidas com AZ + CP (Tabela 20).

Para as maiores populações de plantas, observa-se maior porcentagem de vagens chochas e menores produtividades de grãos na primeira época de semeadura. Com a redução da população de plantas, para a época de semeadura novembro, foram observados aumento do número de vagens chochas e redução da produtividade de grãos (Tabela 20). Para ambas as épocas de semeadura e populações de plantas, com os tratamentos fungicidas com AZ + CP verificou-se maior massa de 100 grãos (Tabela 21). As baixas produtividades de grãos pode ser resultado da elevada porcentagem de vagens chochas observadas nas plantas para todos os tratamentos.

No geral, no primeiro ano agrícola, foram observadas baixas produtividades de grãos, em decorrência da elevada porcentagem de vagens chochas verificada para todos os tratamentos. Dias nublados nos meses de janeiro e fevereiro, além da severidade da ferrugem asiática, podem ter comprometido o enchimento de grãos, contribuindo para a redução da massa e o aumento da quantidade de vagens chochas.

Tabela 20. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura e população de plantas x épocas de semeadura para os caracteres de produção e produtividade, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	N° vagens planta ⁻¹		Época de semeadura (E)		Produtividade (kg ha ⁻¹)
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	
Testemunha	49,87 a AB	28,26 b B	808,9 a B	772,8 a C	
50% AZ + CP	55,63 a A	41,50 b A	1.408,6 a A	1.581,0 a A	
100% AZ + CP	54,28 a AB	41,45 b A	1.517,5 b A	1.832,7 a A	
50% TB	52,57 a AB	31,50 b B	1.030,9 a B	928,5 a BC	
100% TB	46,63 a B	36,31 b AB	1.024,3 a B	1.074,5 a B	
DMS (F)		8,83		272,24	
DMS (E)		6,30		194,24	
População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Vagens chochas planta ⁻¹ (%)		Época de semeadura (E)		Produtividade (kg ha ⁻¹)
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	
160.000	38,07 a	34,81 a A	1.266,9 a A	1.128,1 a B	
280.000	35,59 a	30,76 b AB	1.181,3 a AB	1.268,9 a AB	
400.000	37,98 a	27,71 b B	1.025,9 b B	1.316,7 a A	
DMS (P)		4,24		180,50	
DMS (E)		3,54		150,45	

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.

Tabela 21. Desdobramento da interação população de plantas x fungicidas x épocas de semeadura para a massa de 100 grãos, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Massa de 100 grãos (g)	
	Época de semeadura (E)	
	Outubro	Novembro
160.000	11,45 a A	10,99 b B
280.000	10,71 b AB	11,43 a A
400.000	10,92 b B	11,49 a A
DMS (P)	0,41	
DMS (E)	0,34	

Fungicidas (F)	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)			Época de semeadura (E)	
	160.000	280.000	400.000	Outubro	Novembro
Testemunha	10,17 b B	10,85 a B	10,50 ab B	10,50 B	10,52 B
50% AZ + CP	12,04 ab A	12,57 a A	11,82 b A	12,20 A	12,08 A
100% AZ + CP	12,71 a A	12,45 a A	12,19 a A	12,42 A	12,48 A
50% TB	10,67 a B	10,93 a B	10,80 a B	10,87 B	10,74 B
100% TB	10,51 a B	11,05 a B	10,69 a B	10,80 B	10,70 B
DMS (F)	0,76			0,62	
DMS (P; E)	0,65			0,44	

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.

No ano agrícola de 2010/2011, pulverizações com o fungicida AZ + CP, nas doses recomendada e reduzida, reduziram significativamente a porcentagem de vagens chochas, e aumentaram significativamente o número de vagens por planta e a massa de 100 grãos, resultando em produtividades significativamente maiores (Tabela 22).

O número de vagens por plantas, importante componente da produtividade da soja, foi significativamente maior nas parcelas com a população de plantas menos adensada. A semeadura de novembro favoreceu a formação de maior número de vagens e produtividade de grãos, apesar do maior percentual de vagens chochas. Nesse ano, a produtividade de grãos das plantas da primeira época de semeadura, outubro, foi comprometida pelas condições climáticas não favoráveis. O excesso de chuva nos meses de fevereiro e março de 2011 impossibilitou a colheita no momento mais adequado.

Tabela 22. Caracteres de produção e produtividade de grãos, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Nº vagens planta ⁻¹	Vagens chochas planta ⁻¹ (%)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	51,57 a	14,32	11,62	1.132
280.000	38,57 b	13,59	11,51	1.145
400.000	38,26 b	14,08	11,49	1.061
Teste F	42,28 **	0,42 ^{ns}	0,40 ^{ns}	1,40 ^{ns}
DMS	3,94	1,93	0,35	128,23
Fungicida (F)				
Testemunha	30,15 c	18,30 a	10,19 b	603 b
50% AZ + CP	57,05 a	7,98 b	13,18 a	1.708 a
100% AZ + CP	56,15 a	8,36 b	13,50 a	1.835 a
50% TB	33,37 bc	18,73 a	10,32 b	666 b
100% TB	37,28 b	16,60 a	10,51 b	751 b
Teste F	72,56 **	53,21 **	152,86 **	152,19 **
DMS	5,94	2,90	0,53	193,40
Época de semeadura (E)				
Outubro	39,67 b	9,38 b	12,21 a	647 b
Novembro	45,93 a	18,61 a	10,87 b	1.579 a
Teste F	21,53 **	196,03 **	127,17 **	450,95 **
DMS	2,68	1,31	0,24	87,27
P x F	0,49 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,78 ^{ns}
P x E	9,81 **	3,33 *	0,90 ^{ns}	2,75 ^{ns}
F x E	5,13 **	4,50 **	1,29 ^{ns}	8,40 **
P x F x E	0,51 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,88 ^{ns}
CV (%)	17,27	25,81	5,67	21,61

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; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

O número de vagens por planta, para as duas épocas de semeadura, aumentou a medida que a população de plantas foi reduzida e também foi significativamente maior nos tratamentos fungicidas com AZ + CP. Maior porcentagem de vagens chochas por planta foi encontrada na segunda época de semeadura e nos tratamentos com TB, que não diferiu da testemunha, para todas as populações de plantas. Para ambas as épocas de semeadura com os tratamentos fungicidas com AZ + CP foram observadas

produtividades de grãos superiores, e, dentro de todos os tratamentos fungicidas, as produtividades foram inferiores na primeira época de semeadura (Tabela 23).

Tabela 23. Desdobramentos das interações população de plantas x épocas de semeadura e fungicidas x épocas de semeadura para os caracteres de produção e produtividade, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Nº vagens planta ⁻¹		Vagens chochas planta ⁻¹ (%)	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
160.000	44,49 b A	58,66 a A	8,65 b	19,99 a
280.000	36,13 b B	41,01 a B	9,00 b	18,18 a
400.000	38,39 a B	38,12 a B	10,49 b	17,67 a
DMS (P)	5,57		2,72	
DMS (E)	4,65		2,27	
Fungicidas (F)	Nº vagens planta ⁻¹		Vagens chochas planta ⁻¹ (%)	
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
	Testemunha	24,08 b B	36,21 a B	12,43 b A
50% AZ + CP	57,42 a A	56,68 a A	4,85 b B	11,11 a B
100% AZ + CP	56,93 a A	55,37 a A	5,59 b B	11,12 a B
50% TB	28,50 b B	38,24 a B	12,63 b A	24,83 a A
100% TB	31,41 b B	43,15 a B	11,39 b B	21,80 a A
DMS (F)	8,41		4,11	
DMS (E)	6,00		2,93	
Fungicidas (F)	Produtividade (kg ha ⁻¹)			
	Época de semeadura (E)			
	Outubro		Novembro	
Testemunha	303,9 b B		901,6 a C	
50% AZ + CP	1.136,0 b A		2.281,0 a A	
100% AZ + CP	1.190,6 b A		2.480,0 a A	
50% TB	297,1 b B		1.035,2 a BC	
100% TB	305,4 b B		1.197,4 a B	
DMS (F)			273,52	
DMS (E)			195,15	

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.

As menores severidades da ferrugem asiática observadas nos tratamentos com TB, quando comparadas à testemunha, não refletiram necessariamente em aumento de produtividade, como foi constatado nos tratamentos com AZ + CP. Esses resultados

podem estar relacionados à combinação dos efeitos protetor e curativo desse tratamento, possibilitando maior longevidade da folhagem, maior número de vagens produzidas e, portanto, maiores produtividades. Segundo GODOY & CANTERI (2004), a mistura estrobilurina + triazol, aplicada preventivamente, pode ter efeito protetor com controle acima de 90% até oito dias após a inoculação e inibir 93% do desenvolvimento dos sintomas, quando aplicados dois dias após a inoculação. Assim, a superioridade do fungicida AZ + CP pode ser devido ao seu maior efeito residual e ação mesostêmica translaminar atuando nas fases de germinação, penetração e colonização dos tecidos vegetais pelo fungo (SILVA JR. et al., 2009).

Densidades de plantas menores não modificaram a produtividade e ajudam a diminuir os gastos com a compra de sementes por ocasião da semeadura. As menores populações compensam a produção pela maior quantidade de ramos laterais por planta. Trabalhando com diferentes densidades de semeadura, CORTEZ et al. (2011), RAMBO et al. (2003) e TOURINO et al. (2002), também não obtiveram diferenças entre elas para a produtividade da soja.

4. Conclusões

Os tratamentos fungicidas com azoxystrobina + ciproconazol, nas doses de 100 e 50% da dose recomendada, proporcionaram controle mais eficiente do patógeno, com menores severidades e produtividades superiores para as cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista).

A menor população de plantas (160.000 plantas ha⁻¹) permitiu controle eficiente da ferrugem asiática da soja para ambas as cultivares e maiores produtividades de grãos para a cultivar MG/BR-46 (Conquista).

Com a semeadura mais precoce (outubro), houve melhoria da maior parte dos caracteres relacionados ao desenvolvimento vegetativo das plantas. Na semeadura de novembro, houve melhor controle da ferrugem asiática.

CAPÍTULO 3 – MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA: COBERTURA E DEPOSIÇÃO DA CALDA FUNGICIDA EM SOJA

Manejo integrado da ferrugem asiática: cobertura e deposição da calda fungicida em soja

RESUMO – Para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow), medidas conjuntas vêm sendo adotadas, sem, no entanto, dispensar totalmente o uso de fungicidas na cultura da soja. Quando as plantas atingem o máximo de desenvolvimento vegetativo, as pulverizações com fungicidas necessitam de alta capacidade de penetração e cobertura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a área foliar, deposição e cobertura da calda fungicida em soja em função de épocas de semeadura, populações de plantas e doses reduzidas de fungicidas. Experimentos de campo foram conduzidos nos anos agrícolas 2009/2010 e de 2010/2011, com as cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista), de ciclo precoce e médio, respectivamente, sob infestação natural da ferrugem asiática. Nos estádios V8, R2 e R4 de desenvolvimento da cultura foram determinados a área foliar e o índice de área foliar das plantas. As avaliações de deposição e cobertura foram realizadas após o surgimento dos primeiros sintomas da doença, no momento da primeira pulverização, com os tratamentos fungicidas. Com a redução da população de plantas houve redução no índice de área foliar (IAF) nos estádios reprodutivos R2 e R4, para a cultivar NK-412113 (V Max), e nos estádios V8, R2 e R4 de desenvolvimento, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista). A deposição e cobertura da calda aplicada não apresentaram aumento com a redução da população de plantas, apesar dos menores IAF. Houve grande desuniformidade de cobertura em relação aos terços das plantas, sendo a deposição no terço superior maior que no inferior para todos os tratamentos, em ambas as cultivares e anos agrícolas. Os tratamentos fungicidas com tebuconazol, no ano agrícola de 2009/2010, em que as áreas foliares e os IAF foram maiores, apresentaram

os menores valores de deposição. No geral, as plantas com semeadura realizada em outubro tiveram maiores valores de área foliar e IAF.

Palavras-Chave: controle químico, época de semeadura, índice de área foliar, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, população de plantas, pulverização

1. Introdução

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é mundialmente caracterizada como um produto agrícola de grande importância econômica. Trata-se de uma cultura com inúmeros desafios para a produção com qualidade e alta produtividade, e, dentre estes, está o controle eficaz de pragas e principalmente de doenças foliares causadas por fungos, que normalmente demandam duas ou três aplicações de fungicidas (CUNHA et al., 2011).

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, desde que foi observada pela primeira vez no Brasil no ano agrícola de 2000/2001, tem apresentado alta agressividade, tornando-se desde então uma das principais doenças da cultura (EMBRAPA, 2011). Para o controle da doença, medidas conjuntas vêm sendo adotadas, sem, no entanto, dispensar totalmente o uso de fungicidas.

Segundo SANTOS et al. (2007) e SEIXAS et al. (2006), a ferrugem asiática tem seu controle baseado principalmente na aplicação de fungicidas. Entretanto, de acordo com RAETANO (2007), embora os fungicidas sejam bastante eficientes, o controle dessa doença nem sempre é satisfatório. Em muitas aplicações, atingir o alvo biológico de maneira direta torna-se difícil em função de sua localização, uma vez que os sintomas da ferrugem iniciam-se no terço inferior das plantas, e, dessa forma, as aplicações de fungicidas precisam vencer a barreira imposta pela massa de folhas e

promover uma boa cobertura no interior da planta (ZHU et al., 2008; ANTUNIASSI et al., 2004).

Na definição de estratégias para o controle da ferrugem, quanto à tecnologia de aplicação, devem ser observados conceitos básicos de como os fungicidas sistêmicos movimentam-se nas plantas após a aplicação e absorção. No mercado atual, a maioria dos fungicidas para a ferrugem apresenta movimentação no sentido da base para o topo, com mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra (ANTUNIASSI, 2005).

O objetivo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, afetando ao mínimo o meio ambiente (MATTHEWS, 2002). A ineficiência das aplicações pode ser atribuída à baixa penetração da pulverização no dossel da planta, possivelmente pela incorreta escolha das gotas, ao desvio da trajetória e à evaporação das gotas, ao projeto ou estado de calibração e manutenção dos equipamentos e à sua utilização inadequada. O transporte do ingrediente ativo para o interior do dossel é condição básica para o controle eficaz de várias pragas e doenças. Durante a aplicação de produtos fitossanitários, qualquer quantidade do produto químico que não atinja a superfície a ser tratada terá a eficácia anulada e estará representando uma forma de perda (MATUO, 1990).

A eficácia do tratamento depende não apenas da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas, também, da uniformidade de cobertura do alvo (McNICHOL et al., 1997). De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças.

Para determinar a porcentagem de cobertura e a deposição de calda nas folhas ou outras partes da planta, é imprescindível coletar, medir e avaliar a penetração das gotas no dossel.

Uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal (BLANCO & FOLEGATTI, 2003) e para a avaliação de várias práticas culturais é o índice de área foliar (FAVARIN et al., 2002; TAVARES JR et

al., 2002). O índice de área foliar (IAF) é a relação entre a área foliar e a área do terreno ocupada pela cultura, sendo considerado um parâmetro indicativo de produtividade (FAVARIN et al., 2002).

O IAF reflete as condições de crescimento impostas pelo efeito conjunto das variáveis agrometeorológicas e de cultivo, ao longo do ciclo da cultura (RIZZI & RUDORFF, 2007).

Diante da importância do controle eficiente da doença, este trabalho teve como objetivo avaliar a área foliar, deposição e cobertura da calda fungicida em soja em função de épocas de semeadura, populações de plantas e caldas fungicidas com diferentes concentrações do ingrediente ativo.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização do local, instalação e condução dos experimentos

Os ensaios foram instalados em área experimental da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, que tem como 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 classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Segundo o sistema de classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical úmido com seca no período de inverno. A precipitação média anual é de 1425 mm, a temperatura média anual é de 22,2 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento foi realizado o preparo do solo por meio de aração e gradagens. O controle inicial de plantas daninhas foi feito com a aplicação e incorporação do herbicida trifluralina (Trifluralina 445 CE®) na dose de 801 g i.a. ha⁻¹. A adubação química nos sulcos de semeadura foi feita considerando as recomendações de RAIJ et al. (1997).

Os experimentos foram conduzidos em dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, sob condições de infestação natural da ferrugem asiática. As semeaduras foram realizadas mecanicamente em 20 de outubro e 20 de novembro de 2009, e em 25 de outubro e 24 de novembro de 2010. Foram utilizadas as cultivares de soja NK-412113 (V Max), de ciclo precoce e hábito de crescimento indeterminado, e, MG/BR-46 (Conquista), de ciclo médio e hábito de crescimento determinado. Pouco antes da semeadura, as sementes foram preparadas com os fungicidas carbendazim + tiram (Protreat[®]) na dose de 30 + 70 g i.a./100 kg de sementes, e inoculante turfoso na dose recomendada pelo fabricante para a cultura da soja (1,2 milhões de células viáveis/semente).

Após a semeadura a área foi irrigada para promover emergência rápida e uniforme das plântulas. O fornecimento de água do experimento foi realizado por meio de sistema de irrigação por aspersão somente nos períodos de estiagem.

Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência no ano agrícola 2009/2010 utilizaram-se os herbicidas fomesafem (Flex[®]) e fluazifope-p-butílico + fomesafem (Robust[®]), nas doses de 225 g i.a. ha⁻¹ e 180 + 225 g i.a. ha⁻¹, para a primeira e segunda época de semeadura (outubro e novembro), respectivamente. No ano agrícola 2010/2011, o controle em pós-emergência foi realizado com fluazifope-p-butílico + fomesafem (Robust[®]), uma aplicação na dose de 150 + 187,5 g i.a. ha⁻¹, para a semeadura de outubro, e, duas aplicações, nas doses de 100 + 125 g i.a. ha⁻¹, para a semeadura de novembro. Ainda foram realizadas catação manual e capina quando necessário.

A área foi monitorada, e o controle das principais pragas foi realizado com a aplicação do inseticida endossulfam (Endossulfan 350 EC[®]) e do inseticida tiametoxan + lambda-cialotrina (Engeo Pleno[®]), nas doses de 525,0 e 35,25 + 26,5 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, em ambas as épocas e anos de semeadura. No ano agrícola 2010/2011, foi realizada ainda uma aplicação dos inseticidas tiametoxan + lambda-cialotrina (35,25 + 26,5 g i.a. ha⁻¹) e lufenurom + profenofós (Curyom 500 EC[®]), 10 + 100 g i.a. ha⁻¹.

2.2. Tratamentos

Populações de plantas: cerca de 20 dias após as semeaduras, quando as plantas estavam no estágio de desenvolvimento V3, foi realizado o desbaste para ajuste das populações de plantas para 160.000 plantas ha⁻¹ (7,2 plantas m⁻¹), 280.000 plantas ha⁻¹ (12,6 plantas m⁻¹) e 400.000 plantas ha⁻¹ (18 plantas m⁻¹). Sendo a população recomendada para a região, de 310 a 400 mil plantas ha⁻¹, para a cultivar NK-412113 (V Max) e de 240 a 350 mil plantas ha⁻¹, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista).

Épocas de semeadura: as semeaduras foram realizadas na segunda quinzena de outubro e de novembro nos dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, dentro do período de semeadura recomendado para a cultivar.

Fungicidas e doses: foram estudados os seguintes fungicidas em suas doses recomendada e reduzida, 50% de azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + 0,5% de óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) (30 + 12 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹ Nimbus[®]) (AZ + CP); 100% de azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + 0,5% de óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) (60 + 24 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹); 50% de tebuconazol (Folicur 200 EC[®]) (50 g i.a. ha⁻¹) (TB) e 100% de tebuconazol (Folicur 200 EC[®]) (100 g i.a. ha⁻¹), aplicados em intervalos de 15 a 20 dias, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem. Não foram utilizadas parcelas testemunhas sem fungicidas nesta etapa do experimento.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas em 0,45 m, com área total de 16,2 m² e área útil de 10,8 m², composta pelas quatro linhas centrais de cada parcela. As linhas das extremidades das parcelas foram mantidas sem pulverização com os tratamentos fungicidas, para a uniformização do inóculo de *P. pachyrhizi*.

As aplicações dos fungicidas foram efetuadas com pulverizador costal, à pressão constante de 3,0 kgf cm⁻² (mantida pelo CO₂ comprimido), munido de barra com quatro pontas de jato plano duplo modelo TJ 60 11002, espaçadas em 0,45 m, e consumo de calda de 250 L ha⁻¹.

No momento das pulverizações, a velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas com auxílio de um anemômetro/termohigrômetro modelo 3000 – Kestrel, e essas se mantiveram próximas às recomendações para uma correta aplicação (temperatura de 29 a 34°C; umidade relativa de 58 a 68% e ventos de 3,0 a 9,0 km h⁻¹).

2.3. Avaliações

2.3.1. Ciclo da cultura

Desde a semeadura os estádios de desenvolvimento da cultura foram acompanhados e anotados, utilizando-se para isto, a escala fenológica de RITCHIE et al. (1982), adaptada por YORINORI (1996) e publicada nos documentos da EMBRAPA (2011).

2.3.2. Área foliar e índice de área foliar

Nos estádios de desenvolvimento da soja V8, R2 e R4, três plantas foram coletadas das extremidades das linhas centrais de cada parcela, levadas para o laboratório onde foram retirados aleatoriamente 20 folíolos para determinação da área foliar, com o auxílio do sistema de análise de imagens Delta – T. As folhas das três plantas e os 20 folíolos foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura média de 60 – 70 °C, até atingir massa constante e depois foram pesadas (BENINCASA, 1988).

A área foliar total por planta foi estimada através da fórmula:

$$AF_t = \frac{A_{20} \times PF_t}{P_{20}}$$

Onde,

AF_t - área foliar total por planta, em dm²;

A_{20} - área foliar de 20 folíolos, em dm²;

PF_t – fitomassa total seca de folhas ($P_{20} + PF$), em gramas;

P_{20} – fitomassa seca de 20 folíolos, em gramas;

PF – fitomassa seca de folhas por planta (sem os 20 folíolos), em gramas.

O índice de área foliar (IAF) é a razão entre a área foliar total da planta e área de solo ocupada por ela.

2.3.3. Deposição da calda fungicida

Na primeira pulverização dos tratamentos com fungicidas para controle da ferrugem asiática, adicionou-se à calda o fungicida oxicloreto de cobre (Cuprocarb 500®) na dosagem de 252 g i.a. ha⁻¹ como marcador da deposição. Essa avaliação foi realizada após a aplicação dos fungicidas em três pontos nas linhas centrais de cada parcela, coletando-se ao acaso três folhas do terço inferior, médio e superior das plantas, totalizando nove folíolos por terço da planta por parcela. As folhas foram colocadas em sacos plásticos identificados e levadas para o laboratório, onde se adicionou 250 mL de solução de HCl (0,2N), sendo estas deixadas em repouso por aproximadamente duas horas (MACHADO NETO & MATUO, 1989). Posteriormente realizou-se a filtragem e os extratos obtidos foram encaminhados ao laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para leitura em espectrofotômetro de absorção atômica.

Os folíolos mantidos na solução de HCl foram lavados e a área foliar destes foi determinada com o auxílio de sistema de análise de imagens Delta – T. As concentrações de cobre obtidas através das leituras do espectrofotômetro foram correlacionadas com as áreas foliares e os resultados expressam a quantidade de cobre em $\mu\text{g cm}^{-2}$.

2.3.4. Cobertura pela calda fungicida

Também na primeira pulverização, antes das aplicações dos fungicidas, lâminas de papel hidrossensível foram fixadas, com grameador, em duas plantas nas linhas centrais de cada parcela, no terço inferior, médio e superior da cultura. Imediatamente

após a secagem da calda pulverizada, os papéis foram retirados, colocados em sacos de papel e levados para o laboratório para digitalização em escâner de mesa com resolução de 300 dpi e posterior análise com software QUANT v.1.0.0.22 (FERNANDES FILHO et al., 2002) para quantificação da cobertura proporcionada pela calda às superfícies tratadas (RODRIGUES, 2005) (Figura 1).



Figura 1. Avaliação de cobertura pela calda com o uso de lâminas de papel hidrossensível.

2.4. Forma de análise dos resultados

Os dados de cada experimento foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as avaliações referentes a área foliar e índice de área foliar, foram testados apenas os tratamentos populações de plantas e épocas de semeadura. Para as análises estatísticas utilizou-se o software AGROESTAT (BARBOSA & MALDONADO JR., 2011).

3. Resultados e Discussão

3.1. Cultivar precoce NK-412113 (V Max)

Quanto menor a população de plantas, menor o índice de área foliar (IAF) nos estádios de desenvolvimento R2 e R4 da cultura, para os anos agrícolas de 2009/2010 e de 2010/2011, e, menor a área foliar das plantas do segundo ano agrícola (Tabelas 1 e 2). Com relação a época de semeadura, verifica-se que as plantas da época de semeadura outubro apresentaram área foliar e IAF superiores as plantas da época de semeadura novembro, exceto para o estágio R2 no segundo ano agrícola. Supõe-se que na semeadura de outubro, as plantas apresentem um maior desenvolvimento vegetativo, refletindo nas fases reprodutivas da cultura.

Segundo VAZQUEZ (2005), reduções na população de plantas por área provocam decréscimos no IAF, havendo uma relação linear entre estes parâmetros.

Para as avaliações realizadas no estágio de desenvolvimento R4, no segundo ano agrícola, observa-se decréscimo da área foliar quando baixas populações foram utilizadas e quando a semeadura foi realizada em novembro (Tabela 3). Nestas condições, a cultivar não foi capaz de ocupar adequadamente o solo e interceptar toda a radiação solar disponível. HEIFFIG (2002) também obteve decréscimos no IAF com a redução na população de plantas.

Tabela 1. Área foliar e índice de área foliar (IAF), em soja, cultivar NK-412113 (V Max), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar (dm ² planta ⁻¹)		IAF	
	R2	R4	R2	R4
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	11,83	23,78	2,48 b	4,98 b
280.000	11,79	22,49	2,98 b	5,72 b
400.000	12,82	21,58	3,81 a	6,20 a
Teste F	1,17 ^{ns}	2,89 ^{ns}	10,83 **	3,92 *
DMS	1,81	2,69	0,68	1,04
Época de semeadura (E)				
Outubro	17,30 a	26,80 a	4,34 a	6,61 a
Novembro	6,99 b	18,08 b	1,84 b	4,66 b
Teste F	276,18 **	89,44 **	114,30 **	29,78 **
DMS	1,23	1,83	0,46	0,71
P x E	0,39 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,14 ^{ns}
CV (%)	27,99	22,51	41,36	34,64

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 2. Área foliar e índice de área foliar (IAF), em soja, cultivar NK-412113 (V Max), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar (dm ² planta ⁻¹)		IAF	
	R2	R4	R2	R4
População (pl ha⁻¹) (P)				
160.000	0,22 c	0,56 c	0,75 b	1,63 b
280.000	0,35 b	0,74 b	0,92 b	1,89 b
400.000	0,51 a	0,96 a	1,18 a	2,42 a
Teste F	132,18 **	50,55 **	13,99 **	18,66 **
DMS	0,04	0,10	0,20	0,32
Época de semeadura (E)				
Outubro	0,40 a	0,86 a	0,99	2,16 a
Novembro	0,32 b	0,65 b	0,90	1,81 b
Teste F	24,30 **	40,41 **	1,80 ^{ns}	10,42 **
DMS	0,03	0,07	0,13	0,21
P x E	2,15 ^{ns}	4,24 *	0,52 ^{ns}	2,01 ^{ns}
CV (%)	22,77	24,03	38,94	29,81

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.

Os valores de IAF observados em R2 (florescimento pleno) foram relativamente baixos considerando-se a faixa relatada por MÜLLER (1981) como adequada, que é de 4,0 a 8,0. Ainda segundo este autor, a máxima assimilação de CO₂ em plantas de soja ocorre com um índice de 5,0 ou 6,0, com alta luminosidade, podendo, em alguns casos, haver aumentos de produtividade com um IAF de 8,0.

Tabela 3. Desdobramento da interação população de plantas x épocas de semeadura para área foliar, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Área foliar (dm ² planta ⁻¹) – R4	
	Época de semeadura (E)	
	Outubro	Novembro
160.000	0,63 a C	0,48 b B
280.000	0,81 a B	0,67 b A
400.000	1,13 a A	0,79 b A
DMS (P)	0,14	
DMS (E)	0,11	

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.

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática no ano agrícola 2009/2010 foram observados cerca de 70 e 60 dias após a emergência das plântulas para a primeira e segunda épocas de semeadura, respectivamente. Neste momento, as plantas de soja estavam no estágio de desenvolvimento R5. No ano agrícola 2010/2011, os primeiros sintomas da doença foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plântulas, na área semeada em outubro de 2010, quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento R4. As plantas da segunda época de semeadura apresentaram os primeiros sintomas, cerca de 50 dias após a emergência, no estágio de desenvolvimento R3.

No ano agrícola de 2009/2010, a deposição nos terços superior e médio da cultura foi maior com o uso do tratamento fungicida azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP), na sua dose reduzida, diferindo dos tratamentos com tebuconazol (TB), doses recomendada e reduzida, em que a adição de óleo mineral não é

recomendada pelo fabricante, que proporcionaram as menores deposições de calda (Tabela 4). Na época de semeadura outubro, onde, no geral, foram observadas as maiores áreas foliares e IAF, verificou-se as menores deposições de calda, nos terços superior e médio das plantas.

Ainda com relação aos terços superior e médio das plantas, para os tratamentos com AZ + CP, na primeira época de semeadura, e, para a semeadura realizada em novembro, nos tratamentos com TB, foram observados os menores depósitos de calda (Tabela 5).

A deposição no terço inferior da cultura não foi influenciada pelos tratamentos, entretanto, nas partes mais baixas das plantas, a deposição foi menor do que na parte superior. Em virtude do fechamento da cultura após o florescimento, o grande problema para a aplicação do produto fitossanitário, principalmente para os fungicidas, é fazer com que o produto atinja as partes mais baixas das plantas. Como a maioria dos fungicidas sistêmicos não se transloca da parte superior para a inferior é necessário que ocorra uma boa distribuição do produto, sob pena de não se conseguir eficácia adequada (CUNHA et al., 2011).

Estudos sobre padrões de deposição de pulverizações indicam grande variabilidade de deposição dos produtos fitossanitários ao longo das faixas de aplicação, reduzindo a eficácia dos tratamentos (PERGHER et al., 1997; GUPTA & DUC, 1996). No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças (CUNHA et al., 2005).

A redução da população de plantas pode facilitar a penetração da calda, por meio da maior exposição da área foliar das plantas à pulverização e interceptação de radiação solar. HEIFFIG et al. (2006) trabalharam com diversas populações e espaçamentos entre plantas de soja e ressaltaram que o rápido fechamento nas entrelinhas estabelece condições de menor circulação de ar e maior umidade, o que pode favorecer a incidência de doenças, bem como prejudica a penetração e a cobertura das gotas. Neste experimento, no entanto, apesar de proporcionar redução no IAF, populações menores não promoveram aumento da deposição e cobertura da

Tabela 4. Deposição e cobertura da calda fungicida nos terços superior, médio e inferior da planta, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	DEPOSIÇÃO						COBERTURA		
	Concentração de Cu ($\mu\text{g cm}^{-2}$)						Área do papel hidrossensível coberta (%)		
	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço superior	Terço médio	Terço inferior
População (pl ha⁻¹) (P)									
160.000	1,17	0,50	0,22	80,35	55,13	25,80			
280.000	1,34	0,47	0,24	77,14	50,75	28,37			
400.000	1,35	0,49	0,22	77,82	52,58	28,39			
Teste F	0,40 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,24 ^{ns}			
DMS	0,55	0,23	0,16	11,34	9,77	10,27			
Fungicidas (F)									
50% AZ + CP	1,76 a	0,69 a	0,34	77,91	48,82	29,11			
100% AZ + CP	1,60 ab	0,59 ab	0,24	79,76	52,45	22,97			
50% TB	1,02 bc	0,34 b	0,15	81,76	56,60	33,00			
100% TB	0,78 c	0,33 b	0,17	74,34	53,41	25,02			
Teste F	6,19 ^{**}	5,23 ^{**}	2,55 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,62 ^{ns}			
DMS	0,70	0,29	0,20	14,40	12,40	13,04			
Época de semeadura (E)									
Outubro	0,74 b	0,23 b	0,21	74,52 b	58,47 a	36,83 a			
Novembro	1,83 a	0,75 a	0,24	82,35 a	47,16 b	18,21 b			
Teste F	33,83 ^{**}	42,87 ^{**}	0,36 ^{ns}	4,09 [*]	11,51 ^{**}	28,27 ^{**}			
DMS	0,37	0,16	0,11	7,71	6,65	6,99			
P x F	0,87 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,38 ^{ns}	2,27 [*]	0,17 ^{ns}			
P x E	1,59 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,17 ^{ns}	2,03 ^{ns}	1,46 ^{ns}			
F x E	5,46 ^{**}	3,18 [*]	1,29 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1,75 ^{ns}	1,45 ^{ns}			
P x F x E	0,44 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,99 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,73 ^{ns}			
CV (%)	71,29	79,51	116,80	24,16	30,91	62,36			

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 5. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura para deposição da calda fungicida, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Concentração de Cu (µg cm ⁻²)			
	Terço superior		Terço médio	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
50% AZ + CP	1,11 b	2,40 a A	0,35 b	1,04 a A
100% AZ + CP	0,50 b	2,71 a A	0,17 b	1,00 a A
50% TB	0,66 a	1,37 a B	0,19 a	0,48 a B
100% TB	0,70 a	0,86 a B	0,20 a	0,47 a B
DMS (F)		0,99		0,42
DMS (E)		0,75		0,32

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.

calda pulverizada sobre as plantas. Os tratamentos fungicidas promoveram cobertura semelhante das plantas pela calda para todas as populações de plantas, e, apenas para o tratamento fungicida com a dose reduzida de TB, observou-se aumento da cobertura com a redução da população de plantas (Tabela 6).

Com a redução da população de plantas, no ano agrícola de 2010/2011, foi possível observar aumento da deposição da calda nos terços médio e inferior das plantas, e, aumento da cobertura no terço médio (Tabela 7). Vale lembrar que nas menores populações foram observadas as menores áreas foliares e IAF.

O fungicida AZ + CP, dose reduzida, proporcionou as maiores deposições de calda nos terços superior e médio da cultura.

No terço superior das plantas, para os tratamentos com TB, as maiores deposições foram observadas na semeadura realizada em novembro. Nos terços médio e inferior da cultura, dentro da segunda época de semeadura, com a redução da população para 160.000 plantas ha^{-1} , verificou-se as maiores deposições de calda (Tabela 8).

Com relação a cobertura das plantas pela calda fungicida, tanto para o terço médio como para o inferior, para a primeira época de semeadura, as populações de

plantas proporcionaram coberturas semelhantes, já para a segunda época, nas menores populações observou-se as maiores coberturas (Tabela 9).

Tabela 6. Desdobramento da interação população de plantas x fungicidas para cobertura da calda fungicida, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Área do papel hidrossensível coberta (%)		
	Terço médio		
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)		
	160.000	280.000	400.000
50% AZ + CP	47,27 a	47,58 a	51,61 a
100% AZ + CP	52,90 a	51,41 a	53,05 a
50% TB	66,99 a	42,09 b	60,72 ab
100% TB	53,35 a	61,91 a	44,96 a
DMS (F)		21,49	
DMS (P)		19,55	

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.

No terço superior, coberturas superiores foram observadas na semeadura realizada em novembro para a maioria dos tratamentos fungicidas. Na primeira época de semeadura, a menor cobertura foi proporcionada pela aplicação da dose recomendada do fungicida TB, e na segunda época, pela dose reduzida do fungicida AZ + CP. Na semeadura realizada em outubro, no terço médio, as menores coberturas foram observadas com o fungicida TB, dose reduzida, e no terço inferior, as maiores coberturas foram proporcionadas pela dose recomendada de AZ + CP. Os resultados com relação aos tratamentos fungicidas, para ambas as épocas, variam bastante, no entanto, as coberturas observadas são relativamente próximas, e, dentro do esperado.

Observa-se, analisando os dados das Tabelas 7, 8 e 9, que a quantidade de calda depositada e a porcentagem de cobertura diminuem significativamente, do extrato superior para o inferior, independentemente da população de plantas, fungicidas e época de semeadura. A cobertura das folhas é significativamente influenciada pela posição de amostragem, com valores decrescentes de cobertura na medida em que a

Tabela 7. Deposição e cobertura da calda fungicida nos terços superior, médio e inferior da planta, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	DEPOSIÇÃO				COBERTURA			
	Concentração de Cu ($\mu\text{g cm}^{-2}$)				Área do papel hidrossensível coberta (%)			
	Terço superior	Terço médio	Terço inferior		Terço superior	Terço médio	Terço inferior	
População (pl ha^{-1}) (P)								
160.000	1,91	0,80 a	0,39 a		75,19	43,87 a	14,98	
280.000	1,92	0,59 ab	0,19 b		75,07	36,56 b	16,38	
400.000	2,16	0,48 b	0,11 b		70,04	38,39 ab	13,95	
Teste F	1,15 ^{ns}	5,98 *	9,08 **		2,70 ^{ns}	4,71 *	1,10 ^{ns}	
DMS	0,44	0,22	0,16		6,06	5,94	3,93	
Fungicidas (F)								
50% AZ + CP	2,28 a	0,87 a	0,23		70,47 b	39,63 ab	15,60	
100% AZ + CP	1,54 b	0,48 b	0,19		73,56 ab	43,60 a	16,95	
50% TB	2,37 a	0,55 b	0,26		80,71 a	35,18 b	13,32	
100% TB	1,81 ab	0,60 ab	0,25		68,98 b	40,03 ab	14,56	
Teste F	6,64 **	5,18 **	0,33 ^{ns}		6,37 **	2,91 *	1,32 ^{ns}	
DMS	0,56	0,28	0,21		7,69	7,54	4,99	
Época de semeadura (E)								
Outubro	1,89	0,56	0,15 b		67,49 b	44,32 a	15,90	
Novembro	2,11	0,69	0,32 a		79,38 a	34,90 b	14,30	
Teste F	2,22 ^{ns}	3,16 ^{ns}	9,40 **		33,14 **	21,62 **	1,42 ^{ns}	
DMS	0,30	0,15	0,11		4,12	4,04	2,67	
P x F	0,67 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,48 ^{ns}		2,58 *	0,98 ^{ns}	1,79 ^{ns}	
P x E	2,49 ^{ns}	4,19 *	6,24 **		0,04 ^{ns}	5,45 **	4,79 *	
F x E	5,50 **	0,51 ^{ns}	0,17 ^{ns}		4,30 **	10,24 **	8,41 **	
P x F x E	0,45 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,54 ^{ns}		3,36 **	5,17 **	3,54 **	
CV (%)	37,17	58,73	118,99		13,77	25,05	43,51	

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 8. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura e população de plantas x épocas de semeadura para deposição da calda fungicida, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Concentração de Cu ($\mu\text{g cm}^{-2}$)			
	Terço superior			
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro		
50% AZ + CP	2,64 a A	1,92 b B		
100% AZ + CP	1,51 a B	1,58 a B		
50% TB	1,94 b AB	2,80 a A		
100% TB	1,46 b B	2,15 a A		
DMS (F)	0,80			
DMS (E)	0,61			
População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Terço médio		Terço inferior	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
160.000	0,58 b	1,01 a A	0,17 b	0,61 a A
280.000	0,56 a	0,61 a B	0,13 a	0,25 a B
400.000	0,53 a	0,44 a B	0,13 a	0,09 a B
DMS (P)	0,31		0,23	
DMS (E)	0,26		0,19	

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.

amostragem é realizada nos terços inferiores das plantas. Independente do volume aplicado, a maior parte da calda fica retida nas folhas da parte superior da planta, que podem apresentar até 10 vezes mais cobertura do que as folhas da parte inferior (BOSCHINI et al., 2008; ANTUNIASSI, et al., 2004).

VILLALBA et al. (2009), estudando a deposição em cultivares de soja no estágio R1, encontraram depósitos na região apical quase três vezes superiores aos da região basal, concordando com este trabalho. BOSCHINI et al. (2008) também relataram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior da cultivar de soja CD 202 foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente da ponta e da vazão utilizada.

Tabela 9. Desdobramento das interações população de plantas x fungicidas, população de plantas x épocas de semeadura e fungicidas x épocas de semeadura para cobertura da calda fungicida, em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Área do papel hidrossensível coberta (%)							
Terço superior							
Fungicidas (F)	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)						
	160.000	280.000	400.000				
50% AZ + CP	71,22 a	75,64 a	64,55 a B				
100% AZ + CP	78,58 a	71,28 a	70,85 a B				
50% TB	80,98 a	76,66 a	84,48 a A				
100% TB	69,99 ab	76,70 a	60,29 b B				
DMS (F)	13,32						
DMS (P)	12,11						
Terço inferior							
Terço médio							
Época de semeadura (E)							
População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Outubro
160.000	47,37 a	40,37 b A	13,98 a	15,98 a A	13,78 a B	17,41 a	13,78 a B
280.000	45,83 a	27,29 b B	16,07 a	16,69 a A	22,54 a A	11,34 b	22,54 a A
400.000	39,74 a	37,04 a A	17,65 a	10,24 b B	10,46 b B	16,17 a	10,46 b B
DMS (P)	5,56						
DMS (E)	4,63						
Terço superior							
Terço médio							
Época de semeadura (E)							
Fungicidas (F)	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Outubro
50% AZ + CP	69,55 a A	71,38 a B	47,96 a A	31,28 b	13,78 a B	17,41 a	13,78 a B
100% AZ + CP	66,38 b AB	80,75 a AB	48,13 a A	39,07 b	22,54 a A	11,34 b	22,54 a A
50% TB	76,11 b A	85,30 a A	30,84 b B	39,49 a	10,46 b B	16,17 a	10,46 b B
100% TB	57,91 b B	80,07 a AB	50,33 a A	29,75 b	16,82 a AB	12,29 a	16,82 a AB
DMS (F)	7,06						
DMS (E)	5,35						

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.

Como forma de comparação da capacidade de cada tratamento em oferecer penetração da calda na massa de folhas, nos dois anos agrícolas, as Figuras 2a e 2b ilustram a análise dos depósitos na parte inferior da cultura, utilizando uma relação percentual direta com os depósitos observados nas folhas da parte superior:

$$\% \text{ de depósito inferior} = \frac{\text{depósito na parte inferior}}{\text{depósito na parte superior}} \times 100$$

Para as populações de plantas e tratamentos com fungicidas no primeiro ano agrícola, os depósitos na parte inferior da planta foram proporcionalmente semelhantes. Já para épocas de semeadura, como os depósitos no terço superior foram significativamente menores na semeadura realizada em outubro, consequentemente, os depósitos proporcionais no terço inferior das plantas foram maiores.

No ano agrícola de 2010/2011, com a redução das populações de plantas, observou-se depósitos proporcionalmente superiores nas partes mais baixas do dossel. Apesar de não terem sido observadas diferenças entre as populações quando os terços foram analisados separadamente, foram nesses tratamentos que se verificaram as menores áreas foliares e IAF. Os tratamentos fungicidas com TB e AZ + CP, promoveram depósitos de calda semelhantes no terço inferior das plantas. E, confirmando os resultados já observados, de modo proporcional, menores porcentagens de depósito no terço inferior foram obtidas na semeadura realizada em outubro.

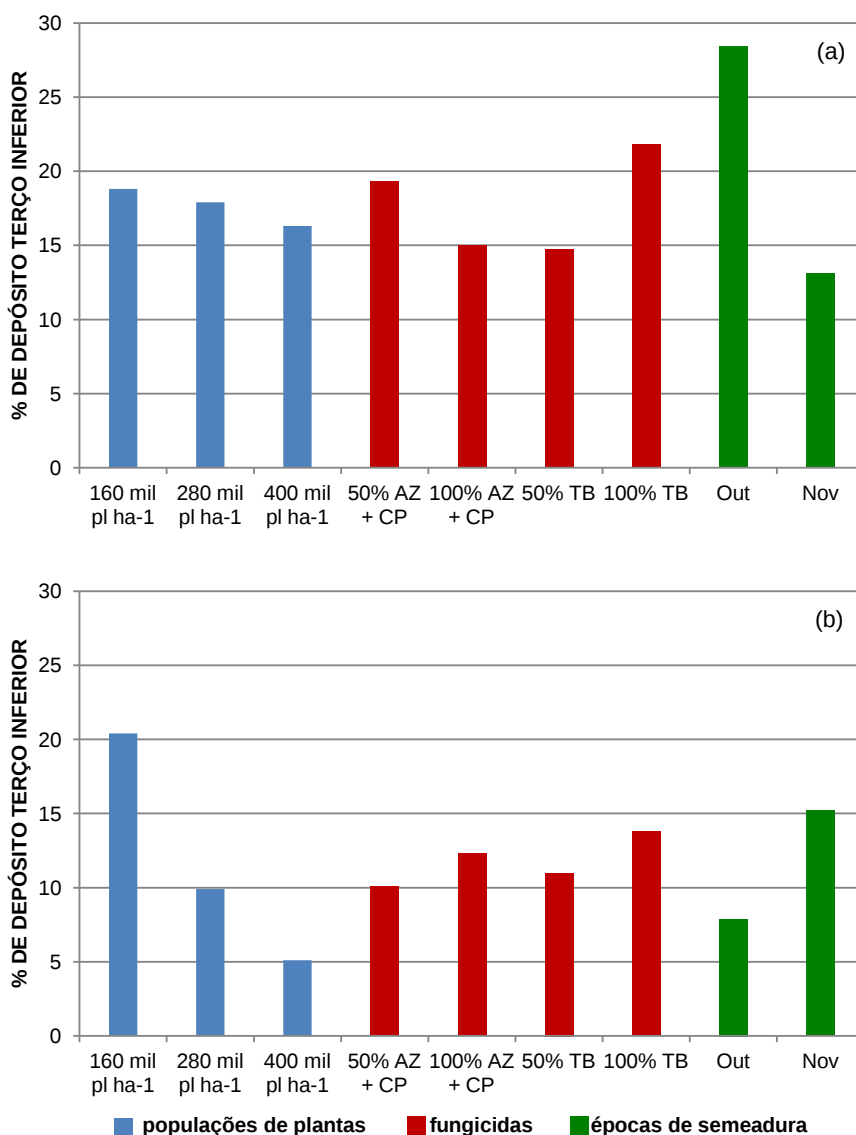


Figura 2. Análise comparativa dos depósitos de Cu nas folhas da parte inferior das plantas de soja com relação ao depósito médio observado nas folhas da parte superior, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010 (a) e de 2010/2011 (b). Jaboticabal, SP.

3.2. Cultivar de ciclo médio MG/BR-46 (Conquista)

A área foliar (AF) das plantas nos estádios de desenvolvimento reprodutivo da cultura, R2 e R4, no ano agrícola de 2009/2010, foi maior nas menores populações de plantas. Por outro lado, com a redução da população houve redução no índice de área foliar (IAF) das plantas nestes estádios de desenvolvimento e também no estágio de desenvolvimento vegetativo V8 (Tabela 10).

As plantas da primeira época de semeadura apresentaram maiores AF e IAF do que as da segunda época nos estádios R2 e R4. No estágio de desenvolvimento vegetativo as plantas semeadas em novembro apresentaram as maiores AF e IAF. Segundo DAROISH et al. (2005), as plantas de épocas de semeadura mais precoces, adquirem mais tardiamente índice de área foliar suficiente para a melhor interceptação de luz, devido a temperaturas menores.

No estágio de desenvolvimento V8, dentro da mesma população de plantas verifica-se maior IAF nas plantas semeadas em novembro. No estágio R4, para todas as populações de plantas, a AF e o IAF foram superiores na primeira época de semeadura. Com o aumento da população de plantas, houve redução na área foliar e aumento do índice de área foliar na semeadura de outubro (Tabela 11). HEIFFIG (2002) e VAZQUEZ (2005) também obtiveram IAF menores quando baixas populações de plantas foram utilizadas.

Para o ano agrícola de 2010/2011, no estágio de desenvolvimento R2, o desenvolvimento vegetativo da cultivar, avaliado através da área foliar e índice de área foliar, foi maior na semeadura realizada em outubro. Nas maiores populações de plantas foram observados os maiores valores de AF e de IAF em todos os estádios de desenvolvimento avaliados (Tabela 12).

Segundo MÜLLER (1981), as variações do IAF relatadas para a soja são muito elevadas e abrangem, normalmente, valores entre 2,5 e 9,0. Esse índice, na época da floração, pode alcançar valores entre 4,0 e 8,0, excedendo o IAF crítico, que corresponde a 95% de absorção da radiação incidente, e está entre 2,7 e 3,2. Quanto mais rápido as plantas alcançarem o IAF crítico e quanto mais tempo permanecerem

Tabela 10. Área foliar e índice de área foliar (IAF), em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar (dm² planta ⁻¹)				IAF	
	V8	R2	R4	V8	R2	R4
População (pl ha ⁻¹) (P)						
160.000	12,48	26,86 a	35,52 a	2,09 c	4,45 b	5,82 b
280.000	12,56	24,79 ab	28,73 b	3,28 b	6,26 a	6,91 b
400.000	11,75	21,44 b	26,80 b	3,87 a	6,93 a	8,38 a
Teste F	1,11 ^{ns}	7,06 **	8,33 **	40,05 **	19,99 **	9,55 **
DMS	1,44	3,48	5,35	0,48	0,97	1,40
Época de semeadura (E)						
Outubro	9,36 b	27,52 a	52,73 a	2,20 b	6,35 a	12,09 a
Novembro	15,17 a	21,20 b	7,98 b	3,96 a	5,40 b	1,99 b
Teste F	139,20 **	28,18 **	597,06 **	113,35 **	8,25 **	443,15 **
DMS	0,98	2,37	3,64	0,33	0,66	0,95
P x E	2,44 ^{ns}	0,12 ^{ns}	3,69 *	5,55 **	0,36 ^{ns}	6,33 **
CV (%)	21,98	26,76	33,05	29,51	30,85	37,33

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 11. Desdobramento das interações população de plantas x épocas de semeadura para área foliar e índice de área foliar, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola 2009/2010. Jaboticabal, SP.

		Área foliar (dm ² planta ⁻¹) – R4	
População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Época de semeadura (E)		
	Outubro	Novembro	
160.000	61,41 a A	9,63 b	
280.000	49,51 a B	7,96 b	
400.000	47,26 a B	6,34 b	
DMS (P)	7,56		
DMS (E)	6,30		

		IAF		
População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	V8	R4		
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
160.000	1,58 b	2,59 a B	10,02 a B	1,63 b
280.000	2,11 b	4,45 a A	11,65 a B	2,17 b
400.000	2,90 b	4,85 a A	14,60 a A	2,17 b
DMS (P)	0,69		1,98	
DMS (E)	0,57		1,65	

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.

com este IAF, melhor para o desenvolvimento e produtividade da cultura. Verifica-se que no segundo ano agrícola, as plantas apresentaram valores menores de IAF e demoraram maior tempo para atingir o IAF crítico. Neste ano, as temperaturas e precipitações foram um pouco mais baixas do que no primeiro ano.

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática no ano agrícola de 2009/2010 foram observados cerca de 70 e 60 dias após a emergência das plântulas, respectivamente para a primeira e segunda épocas de semeadura. A infecção inicial atingiu as plantas da primeira época de semeadura no estágio de desenvolvimento R4 e, da segunda época, no estágio R3.

No ano agrícola de 2010/2011, os sintomas iniciais da doença foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plântulas, na área semeada em outubro, no estágio de desenvolvimento R3. As plantas da segunda época de semeadura

Tabela 12. Área foliar e índice de área foliar (IAF), em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Área foliar (dm² planta ⁻¹)				IAF	
	V8	R2	R4	V8	R2	R4
População (pl ha ⁻¹) (P)						
160.000	0,20 c	0,53 b	0,73 c	0,56 b	1,43 b	1,98 b
280.000	0,35 b	0,81 a	0,86 b	0,90 b	2,01 a	2,16 ab
400.000	0,43 a	0,91 a	1,06 a	0,96 a	2,00 a	2,36 a
Teste F	89,02 **	31,67 **	26,73 **	39,13 **	14,45 **	5,26 **
DMS	0,04	0,12	0,11	0,12	0,29	0,28
Época de semeadura (E)						
Outubro	0,33	0,88 a	0,89	0,73 b	1,95 a	2,00 b
Novembro	0,33	0,62 b	0,88	0,88 a	1,67 b	2,34 a
Teste F	0,10 ^{ns}	41,13 **	0,10 ^{ns}	14,85 **	7,65 **	13,36 **
DMS	0,03	0,08	0,07	0,08	0,20	0,19
P x E	1,58 ^{ns}	2,52 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,02 ^{ns}	2,00 ^{ns}	0,47 ^{ns}
CV (%)	23,66	29,22	23,31	27,39	30,34	24,05

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.

apresentaram os primeiros sintomas, cerca de 50 dias após a emergência, no estágio de desenvolvimento R2.

Para o primeiro ano agrícola, 2009/2010, observa-se que os tratamentos fungicidas com azoxystrobina + ciproconazol (AZ + CP), em que é recomendada a adição de óleo mineral pelo fabricante, apresentaram maior deposição no terço superior das plantas. Tanto no terço superior como no terço médio da cultura, o tratamento fungicida com tebuconazol (TB) apresentou as menores deposições de calda (Tabela 13). Neste ano agrícola, os valores de área foliar e índice de área foliar observados foram elevados, indicando uma possível dificuldade de deposição pelos tratamentos com o fungicida tebuconazol em condições de maior massa foliar.

Para todos os tratamentos testados verificou-se que no terço superior das plantas as deposições foram maiores do que no terço inferior. CUNHA et al. (2008) avaliaram o efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem asiática com pulverizadores convencionais (sem assistência de ar) e também observaram que a deposição na parte superior da planta foi muito maior que na parte inferior, atribuindo o resultado ao fechamento da cultura da soja. O mesmo autor relata que, nessas condições, a aplicação pode não ser eficiente no caso de doenças que tenham o seu desenvolvimento inicial na parte baixa das plantas, comprometendo o desempenho do fungicida empregado. As gotas que atingem as folhas mais expostas na parte superior do dossel não serão responsáveis pelo controle de doenças no baixeiro.

Verifica-se que a deposição e cobertura da calda aplicada nas plantas de soja não aumentaram com a redução da população de plantas, apesar dos índices de área foliar serem menores, contrariando o modelo proposto por COURSHÉE (1967), que descreve a cobertura como $C = [15(VRK^2)/(AD)]$, e envolve fatores como volume de aplicação (V), taxa de recuperação (R), fator de espalhamento de gotas (K), superfície vegetal existente na área (A) e diâmetro de gotas (D). COSTA et al. (2002) afirmam que a cobertura do solo mais rápida pelo menor espaçamento proporciona maior umidade no interior do dossel, culminando em aumento da doença. Além disso, BALARDIN (2002) reitera a dificuldade de controle nesta porção da planta. No geral, as plantas com

Tabela 13. Deposição e cobertura da calda fungicida nos terços superior, médio e inferior da planta, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	DEPOSIÇÃO						COBERTURA		
	Concentração de Cu ($\mu\text{g cm}^{-2}$)						Área do papel hidrossensível coberta (%)		
	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço superior	Terço médio	Terço inferior
População (pl ha⁻¹) (P)									
160.000	1,30	0,30	0,07	66,60	46,50	31,78			
280.000	1,04	0,29	0,08	62,20	47,16	30,17			
400.000	1,08	0,31	0,11	65,14	46,52	29,59			
Teste F	1,26 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}			
DMS	0,42	0,20	0,05	13,22	10,79	10,90			
Fungicidas (F)									
50% AZ + CP	1,50 a	0,40 ab	0,10	62,48	34,11 c	22,50 bc			
100% AZ + CP	1,75 a	0,46 a	0,11	60,85	48,73 ab	34,41 ab			
50% TB	0,76 b	0,19 b	0,06	69,23	61,02 a	46,40 a			
100% TB	0,56 b	0,15 b	0,07	66,04	43,06 bc	18,75 c			
Teste F	16,28 ^{**}	5,00 ^{**}	2,18 ^{ns}	0,69 ^{ns}	9,38 ^{**}	11,35 ^{**}			
DMS	0,53	0,25	0,06	16,78	13,70	13,84			
Época de semeadura (E)									
Outubro	1,41 a	0,32	0,13 a	62,33	58,94 a	44,95 a			
Novembro	0,87 b	0,28	0,05 b	66,97	34,51 b	16,07 b			
Teste F	14,21 ^{**}	0,39 ^{ns}	23,51 ^{**}	1,06 ^{ns}	44,09 ^{**}	60,40 ^{**}			
DMS	0,28	0,14	0,03	8,99	7,33	7,41			
P x F	1,41 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,50 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,18 [*]			
P x E	2,84 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,03 ^{ns}	3,26 [*]	0,32 ^{ns}	0,40 ^{ns}			
F x E	0,91 ^{ns}	1,18 ^{ns}	2,28 ^{ns}	2,59 ^{ns}	0,52 ^{ns}	7,92 ^{**}			
P x F x E	1,19 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,91 ^{ns}			
CV (%)	60,99	110,30	89,08	34,16	38,56	59,67			

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.

semeadura realizada em outubro, apresentaram deposições e coberturas superiores das que foram semeadas em novembro (Tabela 13).

Na parte inferior das plantas, áreas cobertas superiores foram observadas dentro da época de semeadura outubro para o tratamento fungicida TB, dose reduzida, e AZ + CP, dose recomendada. Para esses tratamentos, a cobertura foi menor na segunda época de semeadura. Para todas as populações de plantas, o tratamento com a dose recomendada de TB, promoveu cobertura inferior a sua dose reduzida (Tabela 14).

Tabela 14. Desdobramento das interações população de plantas x épocas de semeadura, população de plantas x fungicidas e fungicidas x épocas de semeadura para cobertura da calda fungicida, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Experimento de 2009/2010: Cabotracabal, SP					
População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Área do papel hidrossensível coberta (%)				
	Terço superior				
	Época de semeadura (E)				
	Outubro		Novembro		
160.000	56,57 b			76,64 a	
280.000	65,99 a			58,41 a	
400.000	64,44 a			65,85 a	
DMS (P)	18,70				
DMS (E)	15,57				
Fungicidas (F)	Terço inferior				
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)			Época de semeadura (E)	
	160.000	280.000	400.000	Outubro	Novembro
50% AZ + CP	26,33 AB	19,63 B	21,52 B	29,80 a B	15,19 a
100% AZ + CP	36,65 AB	34,31 AB	32,26 AB	57,23 a A	11,58 b
50% TB	44,94 A	45,67 A	48,59 A	70,38 a A	22,42 b
100% TB	19,20 B	21,07 B	15,98 B	22,41 a B	15,08 a
DMS (F)	23,97			19,57	
DMS (P; E)	21,80			14,82	

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.

O tratamento fungicida com TB, doses recomendada e reduzida, em que a adição de óleo mineral não é recomendada pelo fabricante, apresentou deposição semelhante aos tratamentos com AZ + CP, em todos os terços das plantas no ano

agrícola de 2010/2011 (Tabela 15). Neste ano agrícola, foram observados baixos valores de área foliar e índice de área foliar para a cultura, e, possivelmente, a menor massa foliar não influenciou na deposição dos tratamentos fungicidas.

LENZ et al. (2011), analisando as variáveis relacionadas com a deposição de gota, verificou que para os fungicidas utilizados, tanto o tipo de ingrediente ativo como a adição ou não de adjuvante, no caso de azoxystrobina + ciproconazol e azoxystrobina, não influenciaram no padrão de pulverização. Para os terços superior e médio, maiores deposições foram observadas nas plantas provenientes da semeadura realizada na segunda época.

A maior deposição no terço inferior das plantas ocorreu nas parcelas semeadas em novembro com população de 160.000 plantas ha^{-1} (Tabela 16).

Observa-se, de forma geral que houve uma menor deposição no terço inferior do dossel da cultura, comparadas à parte média e superior, isso devido às folhas localizadas no terço inferior das plantas representarem o alvo mais difícil de atingir em pulverizações. Segundo SOUZA et. al. (2007), a sobreposição das folhas existentes no caminho da gota e, também, a maior possibilidade de perda por evaporação ou deriva das gotas menores, em condições ambientais adversas e pela maior distância percorrida, implicam em menor número de gotas chegando ao alvo e irregularidade no volume depositado. Desta forma, pode-se afirmar que os tratamentos utilizados não promoveram uma deposição satisfatória na parte inferior da cultura.

Com relação a cobertura pela calda, para o terço superior das plantas a maior porcentagem de área coberta foi verificada na população de 160.000 plantas ha^{-1} e nos tratamentos fungicidas com as doses recomendadas de TB e AZ + CP. Nos terços médio e inferior das plantas, os tratamentos fungicidas promoveram cobertura semelhante e na semeadura realizada em outubro a cobertura foi maior do que na semeadura realizada em novembro. Em média a porcentagem de cobertura nos terços médio e inferior foi de 37 e 15% (Tabela 15).

Para o terço superior das plantas, na semeadura realizada em outubro e para as menores populações de plantas, os tratamentos com doses recomendadas dos fungicidas apresentaram as maiores coberturas pela calda. Quando foram utilizadas

Tabela 15. Deposição e cobertura da calda fungicida nos terços superior, médio e inferior da planta, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	DEPOSIÇÃO						COBERTURA					
	Concentração de Cu ($\mu\text{g cm}^{-2}$)						Área do papel hidrossensível coberta (%)					
	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Terço inferior
População (pl ha^{-1}) (P)												
160.000	1,66	0,54	0,13	68,01 a	34,75	15,06						
280.000	1,37	0,54	0,11	58,65 b	31,10	13,88						
400.000	1,58	0,54	0,11	58,99 b	38,25	12,32						
Teste F	0,90 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,42 ^{ns}	4,52 *	2,03 ^{ns}	1,29 ^{ns}						
DMS	0,54	0,31	0,06	8,46	8,50	4,09						
Fungicidas (F)												
50% AZ + CP	1,69	0,71	0,16	46,80 c	36,06	11,18						
100% AZ + CP	1,67	0,50	0,13	68,45 ab	33,58	16,14						
50% TB	1,53	0,62	0,10	60,28 b	34,31	12,32						
100% TB	1,25	0,34	0,08	71,99 a	34,84	15,36						
Teste F	1,20 ^{ns}	2,29 ^{ns}	2,60 ^{ns}	15,05 **	0,13 ^{ns}	2,91 ^{ns}						
DMS	0,69	0,40	0,08	10,74	10,79	5,20						
Época de semeadura (E)												
Outubro	1,29 b	0,39 b	0,09 b	59,42	39,15 a	15,78 a						
Novembro	1,79 a	0,69 a	0,14 a	64,34	30,25 b	11,73 b						
Teste F	7,15 **	8,12 **	4,22 *	2,90 ^{ns}	9,43 **	8,40 **						
DMS	0,37	0,21	0,04	5,75	5,78	2,78						
P x F	1,46 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,41 ^{ns}	2,38 *	2,31 *	1,57 ^{ns}						
P x E	1,36 ^{ns}	2,23 ^{ns}	4,28 *	0,62 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,71 ^{ns}						
F x E	1,95 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,54 ^{ns}	6,77 **	4,32 **	11,94 **						
P x F x E	1,28 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,32 ^{ns}	3,78 **	0,75 ^{ns}	2,33 *						
CV (%)	59,12	95,36	87,97	22,84	40,92	49,72						

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 16. Desdobramento da interação população de plantas x épocas de semeadura para deposição da calda fungicida, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Concentração de Cu ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	
	Terço inferior	
	Época de semeadura (E)	
	Outubro	Novembro
160.000	0,07 b	0,19 a A
280.000	0,11 a	0,10 a B
400.000	0,10 a	0,11 a AB
DMS (P)	0,09	
DMS (E)	0,07	

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.

doses reduzidas dos fungicidas, a porcentagem de área coberta foi superior na segunda época de semeadura (Tabela 17).

Em ambas as épocas de semeadura e populações de plantas, para o terço médio, os tratamentos fungicidas com AZ + CP e TB tiveram cobertura semelhante.

No terço inferior da cultura, para a primeira época de semeadura, o fungicida AZ + CP na sua dose reduzida promoveu cobertura inferior aos demais tratamentos, enquanto na segunda época, as menores coberturas foram observadas com a dose reduzida do fungicida TB. Para esses terços das plantas, os tratamentos com TB proporcionaram maior cobertura na semeadura realizada em outubro (Tabela 17).

É possível notar também grande desuniformidade de cobertura em relação aos terços das plantas, sendo a deposição no terço superior maior que no inferior. No caso de doenças que têm seu desenvolvimento inicial na parte baixa, como a ferrugem da soja, esse tipo de aplicação pode não ser eficiente, comprometendo o desenvolvimento da cultura. BOSCHINI et al. (2008) também indicaram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior da cultivar de soja CD 202 foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente da ponta e da vazão utilizada.

Tabela 17. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura e população de plantas x fungicidas para cobertura da calda fungicida, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Área do papel hidrossensível coberta (%)					
	Terço superior		Terço médio		Terço inferior	
	Época de semeadura (E)					
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
50% AZ + CP	38,95 b B	54,64 a B	33,62 a	38,52 a	6,68 b B	15,68 a A
100% AZ + CP	75,87 a A	61,04 b AB	35,59 a	31,57 a	17,51 a A	14,79 a A
50% TB	51,56 b B	69,01 a AB	41,02 a	27,61 b	17,24 a A	7,39 b B
100% TB	71,32 a A	72,66 a A	46,37 a	23,31 b	21,68 a A	9,07 b AB
DMS (F)	15,19		15,26		7,35	
DMS (E)	11,50		11,56		5,57	
Fungicidas (F)	Terço superior		Terço médio			
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)					
	160.000	280.000	400.000	160.000	280.000	400.000
	55,35 a B	31,95 b B	53,08 a	34,05 a	32,67 a	41,49 a
100% AZ + CP	77,21 a A	69,72 ab A	58,45 b	29,70 ab	24,73 b	46,31 a
50% TB	65,01 a AB	58,45 a A	57,40 a	38,42 a	27,29 a	37,24 a
100% TB	74,47 a A	74,47 a A	67,03 a	36,85 a	39,72 a	27,96 a
DMS (F)		18,60			18,69	
DMS (P)		16,92			17,00	

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.

Como forma de comparação da capacidade de cada tratamento em oferecer penetração da calda na massa de folhas, as Figuras 3a e 3b ilustram a análise dos depósitos na parte inferior da cultura, utilizando uma relação percentual direta com os depósitos observados nas folhas da parte superior:

$$\% \text{ de depósito inferior} = \frac{\text{depósito na parte inferior}}{\text{depósito na parte superior}} \times 100$$

Os depósitos na parte inferior da planta foram proporcionalmente semelhantes tanto para as populações de plantas, como para as épocas de semeadura, e tratamentos com fungicidas no segundo ano agrícola. Com relação ao ano agrícola de 2009/2010 verifica-se que o tratamento TB na sua dose recomendada teve, proporcionalmente, depósitos superiores de calda na parte inferior da cultura, apesar de ter promovido as menores deposições no terço superior e médio das plantas. Com o aumento das populações de plantas, também observou-se depósitos proporcionalmente superiores nas partes mais baixas do dossel, embora diferenças não tenham sido observadas entre as populações, analisando os terços isoladamente. E, confirmando os resultados observados para a deposição nos terços superior e inferior, com relação a época de semeadura, na realizada em outubro verificou-se, de modo proporcional, maior porcentagem de depósito no terço inferior.

Apesar dos menores IAF, a deposição e cobertura da calda fungicida aplicada não tiveram aumento com a redução da população de plantas.

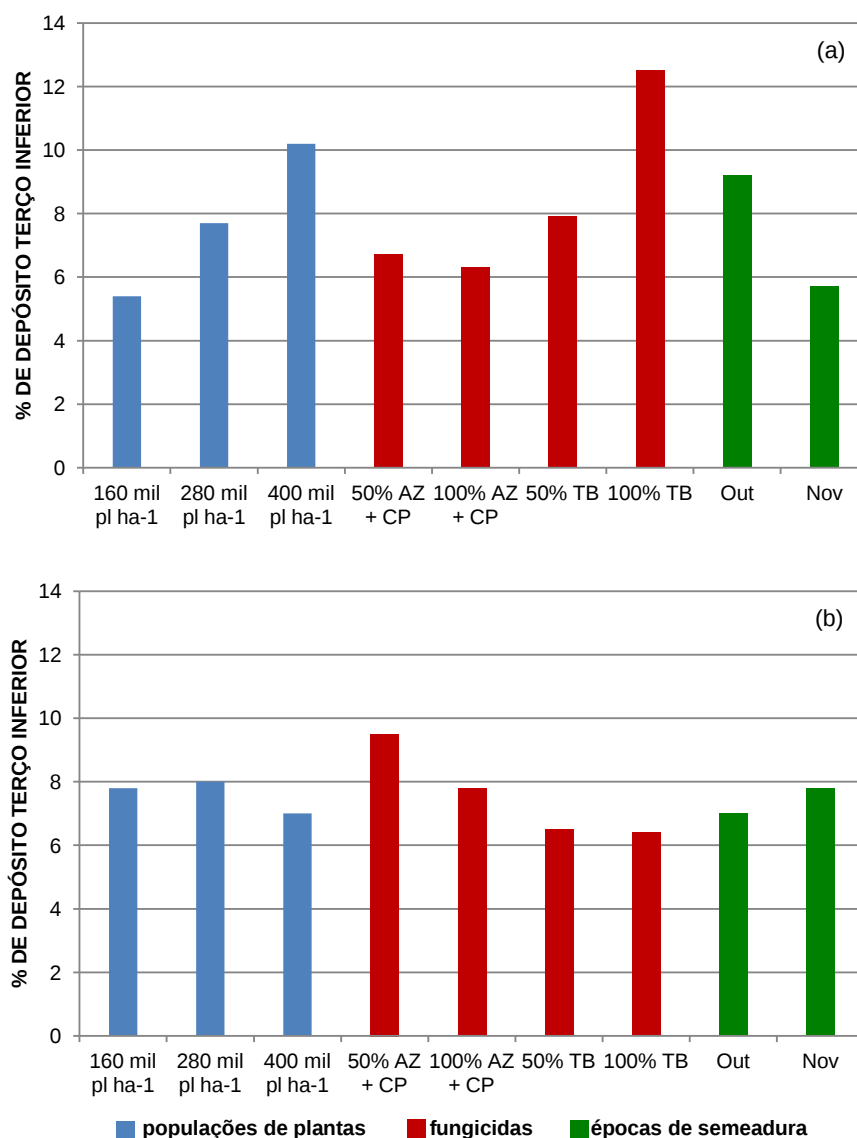


Figura 3. Análise comparativa dos depósitos de Cu nas folhas da parte inferior das plantas de soja com relação ao depósito médio observado nas folhas da parte superior, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010 (a) e de 2010/2011 (b). Jaboticabal, SP.

4. Conclusões

A redução da população de plantas promoveu redução no índice de área foliar nos estádios reprodutivos R2 e R4 de desenvolvimento da soja, para a cultivar NK-412113 (V Max), e, nos estádios V8, R2 e R4 de desenvolvimento da soja, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista).

Houve grande desuniformidade de cobertura em relação aos terços das plantas, sendo a deposição no terço superior maior que no inferior em ambas as cultivares e anos agrícolas.

Os tratamentos fungicidas com tebuconazol, no ano agrícola de 2009/2010, em que os valores de área foliar e IAF foram elevados, apresentaram as menores deposições. Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), no ano agrícola de 2010/2011, as áreas foliares e os índices de área foliar foram menores. Os tratamentos fungicidas com tebuconazol e com azoxystrobina + ciproconazol apresentaram deposições semelhantes para esta cultivar.

No geral, as plantas com semeadura realizada em outubro tiveram maiores valores de área foliar e IAF.

CAPÍTULO 4 – MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA: POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E QUALIDADE DE GRÃOS EM SOJA

Manejo integrado da ferrugem asiática: potencial fisiológico de sementes e qualidade de grãos em soja

RESUMO – A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) da soja, pode causar queda prematura de folhas, diminuindo a capacidade fotossintética das plantas, e comprometendo a formação de sementes e grãos. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os efeitos do manejo integrado da doença, com épocas de semeadura, de populações de plantas e de doses reduzidas de fungicidas, no potencial fisiológico das sementes e qualidade de grãos em soja, cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista). Experimentos de campo foram conduzidos nos anos agrícolas de 2009/2010 e de 2010/2011, sob infestação natural da ferrugem asiática. Para determinar o potencial fisiológico das sementes, foram realizados os testes de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Também se determinaram as porcentagens de grãos normais, avariados e esverdeados, e o conteúdo de clorofila nas sementes. Para os dois anos agrícolas, os tratamentos com tebuconazol foram semelhantes a testemunha, e proporcionaram maior quantidade de grãos avariados. As diferentes populações de plantas não interferiram na produção de grãos normais, avariados e esverdeados no ano agrícola de 2010/2011. No primeiro ano agrícola, as plantas da época de semeadura novembro, para a cultivar NK-412113 (V Max), e as pulverizadas com a dose recomendada do tratamento fungicida azoxystrobina + ciproconazol, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), apresentaram maior porcentagem de plântulas normais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado, e menores índices de condutividade elétrica. Para o segundo ano agrícola, o excesso de chuvas no período de enchimento de vagens e maturação podem ter contribuído para a baixa qualidade das sementes em ambas cultivares. No geral,

independente dos tratamentos utilizados, o potencial fisiológico das sementes foi considerado baixo.

Palavras-Chave: época de semeadura, fungicidas, sementes esverdeadas, população de plantas, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, vigor

1. Introdução

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é mundialmente caracterizada como um produto agrícola de grande importância econômica. Trata-se de uma cultura com inúmeros desafios para a produção com qualidade e alta produtividade, e, dentre estes, está o controle eficaz de doenças foliares causadas por fungos, que normalmente demandam de duas a três aplicações de fungicidas (CUNHA et al., 2011). Uma das doenças de maior importância é a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (CARVALHO JR. & FIGUEIREDO, 2000).

A ferrugem asiática, por causar queda prematura de folhas, diminui a capacidade fotossintética da planta. Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, que compromete a formação e o enchimento de vagens e sementes. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho das sementes e, conseqüentemente, maiores as perdas de rendimento e de qualidade (YORINORI et al., 2005; SOARES et al., 2004; YANG et al., 1991).

A identificação precisa do potencial fisiológico das sementes é essencial para selecionar procedimentos que promovam o estabelecimento adequado das plântulas no campo e crescimento uniforme das mesmas (KIKUTI & MARCOS FILHO, 2008).

O potencial fisiológico de sementes de soja, principalmente em regiões tropicais, pode ser influenciado 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 beneficiamento, danos causados por percevejos e deterioração por intempéries quando a mesma encontra-se ainda no campo. 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., 2007; FRANÇA NETO et al., 2000).

No entanto, 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, 2005; HAMPTON, 2002; MARCOS FILHO, 1999ab).

A porcentagem de germinação e o vigor, características importantes na determinação do potencial fisiológico das sementes de soja podem sofrer alterações em função da época de semeadura, adubação e da população (NAKAGAWA et al., 1982).

Um dos principais requerimentos para se atingir o máximo potencial produtivo das culturas é obtenção de população de plantas adequada em campo, o que exige o uso de sementes com alta qualidade, ou seja, sementes puras, com alta qualidade sanitária e alto potencial fisiológico (germinação e vigor). Reduções na produtividade podem estar indiretamente relacionadas com baixo vigor das sementes se a população de plantas estabelecidas em campo estiver abaixo do mínimo requerido para a cultura em questão (ISTA, 2000).

Diferentes épocas de semeadura proporcionam diferentes condições de ambiente, sob as quais a cultura da soja se desenvolve, completa a maturação das sementes, e é colhida. Efeitos significativos das épocas de semeadura sobre os principais caracteres agrônômicos e as qualidades fisiológica e sanitária das sementes de soja foram constatados por PEREIRA et al. (2000) e COSTA et al. (1995).

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). Doenças radiculares, como fusariose, de colmo, como cancro da haste, e foliares, 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 podem ocasionar a formação de sementes esverdeadas principalmente se associado com elevadas temperaturas; e ocorrência de geada intensa, que pode resultar na morte prematura da planta (FRANÇA NETO et al., 2007).

Diante da importância de um controle eficiente da ferrugem asiática para a produção de sementes de qualidade, objetivou-se identificar os efeitos do manejo integrado da doença no potencial fisiológico das sementes e qualidade de grãos em soja.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização do local, instalação e condução dos experimentos

Os ensaios foram instalados em área experimental da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, que tem como 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 classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Segundo o sistema de classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical úmido com seca no período de inverno. A precipitação média anual é de 1425 mm, a temperatura média anual é de 22,2 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento foi realizado o preparo do solo por meio de aração e gradagens. O controle inicial de plantas daninhas foi feito com a aplicação e incorporação do herbicida trifluralina (Trifluralina 445 CE[®]) na dose de 801 g i.a. ha⁻¹. A adubação química nos sulcos de semeadura foi feita considerando as recomendações de RAIJ et al. (1997).

Os experimentos foram conduzidos em dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, sob condições de infestação natural da ferrugem asiática. As semeaduras

foram realizadas mecanicamente em 20 de outubro e 20 de novembro de 2009, e em 25 de outubro e 24 de novembro de 2010. Utilizaram-se as cultivares de soja NK-412113 (V Max), de ciclo precoce e hábito de crescimento indeterminado, e MG/BR-46 (Conquista), de ciclo médio e hábito de crescimento determinado. Pouco antes da semeadura, as sementes foram preparadas com os fungicidas carbendazim + tiram (Protreat[®]) na dose de 30 + 70 g i.a./100 kg de sementes, e inoculante turfoso na dose recomendada pelo fabricante para a cultura da soja (1,2 milhões de células viáveis/semente).

Após a semeadura a área foi irrigada para promover emergência rápida e uniforme das plântulas. O fornecimento de água do experimento foi realizado por meio de sistema de irrigação por aspersão somente nos períodos de estiagem.

Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência no ano agrícola 2009/2010 utilizaram-se os herbicidas fomesafem (Flex[®]) e fluazifope-p-butílico + fomesafem (Robust[®]), nas doses de 225 g i.a. ha⁻¹ e 180 + 225 g i.a. ha⁻¹, para a primeira e segunda época de semeadura (outubro e novembro), respectivamente. No ano agrícola 2010/2011, o controle em pós-emergência foi realizado com fluazifope-p-butílico + fomesafem (Robust[®]), uma aplicação na dose de 150 + 187,5 g i.a. ha⁻¹, para a semeadura de outubro, e, duas aplicações, nas doses de 100 + 125 g i.a. ha⁻¹, para a semeadura de novembro. Ainda foram realizadas catação manual e capina quando necessário.

A área foi monitorada, e o controle das principais pragas foi realizado com a aplicação do inseticida endossulfam (Endossulfan 350 EC[®]) e do inseticida tiametoxan + lambda-cialotrina (Engeo Pleno[®]), nas doses de 525,0 e 35,25 + 26,5 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, em ambas as épocas e anos de semeadura. No ano agrícola 2010/2011, foi realizada ainda uma aplicação dos inseticidas tiametoxan + lambda-cialotrina (35,25 + 26,5 g i.a. ha⁻¹) e lufenurom + profenofós (Curyom 500 EC[®]), 10 + 100 g i.a. ha⁻¹.

2.2. Tratamentos

Foram testados 30 tratamentos, combinando-se três populações de plantas, duas épocas de semeadura e cinco tratamentos com fungicidas.

Populações de plantas: cerca de 20 dias após as semeaduras, quando as plantas estavam no estágio de desenvolvimento V3, foi realizado o desbaste para ajuste das populações de plantas para 160.000 plantas ha⁻¹ (7,2 plantas m⁻¹), 280.000 plantas ha⁻¹ (12,6 plantas m⁻¹) e 400.000 plantas ha⁻¹ (18 plantas m⁻¹). Sendo as populações recomendadas para as cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista) na região, respectivamente, de 310 a 400 mil plantas ha⁻¹, e, de 240 a 350 mil plantas ha⁻¹.

Épocas de semeadura: as semeaduras foram realizadas na segunda quinzena de outubro e de novembro nos dois anos agrícolas, 2009/2010 e 2010/2011, dentro do período de semeadura recomendado para as cultivares.

Fungicidas e doses: foram estudados os seguintes fungicidas em suas doses recomendada e reduzida, 50% de azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + 0,5% de óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) (30 + 12 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹ Nimbus[®]) (AZ + CP); 100% de azoxystrobina + ciproconazol (Priori Xtra[®]) + 0,5% de óleo mineral (Nimbus[®] 0,5% v/v) (60 + 24 g i.a. ha⁻¹ + 1,25 L ha⁻¹); 50% de tebuconazol (Folicur 200 EC[®]) (50 g i.a. ha⁻¹) (TB); 100% de tebuconazol (Folicur 200 EC[®]) (100 g i.a. ha⁻¹) e testemunha com água (sem fungicidas), aplicados em intervalos de 15 a 20 dias, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas em 0,45 m, com área total de 16,2 m² e área útil de 10,8 m². Entre as parcelas foi semeada uma linha da cultura, que não foi pulverizada com os fungicidas, para a uniformização do inóculo de *P. pachyrhizi*.

As aplicações dos fungicidas foram efetuadas com pulverizador costal, à pressão constante de 3,0 kgf cm⁻² (mantida pelo CO₂ comprimido), munido de barra com quatro pontas de jato plano duplo modelo TJ 60 11002, espaçadas em 0,45 m, e consumo de calda de 250 L ha⁻¹.

No momento das pulverizações, a velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas com auxílio de um anemômetro/termohigrômetro modelo 3000 – Kestrel.

2.3. Avaliações

Por ocasião da colheita, foram retiradas as plantas da área útil de cada parcela, as vagens debulhadas e as amostras das quatro repetições de cada tratamento foram reunidas e homogeneizadas para as avaliações do potencial fisiológico das sementes e qualidade dos grãos em soja.

2.3.1. Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, utilizando-se como substrato papel de germinação umedecido com água deionizada na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco, e colocados em germinador a temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ (BRASIL, 2009; AOSA, 2002). As avaliações foram realizadas no quinto dia após a instalação, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

2.3.2. Vigor – envelhecimento acelerado

Seguindo a metodologia proposta por MARCOS FILHO (1999a), para o teste de envelhecimento acelerado, aproximadamente 45 g de sementes por tratamento foram distribuídas em camada única e uniforme sobre tela de inox, colocadas no interior de caixas de plástico para germinação (11 x 11 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água destilada em seu interior. As caixas foram fechadas e mantidas à temperatura de $41^{\circ}\text{C} \pm 1$ e umidade relativa do ar de aproximadamente 100% por 48 h. Em seguida, foi efetuado o teste de germinação como descrito anteriormente (BRASIL, 2009; AOSA, 2002).

2.3.3. Vigor – condutividade elétrica

O teste foi realizado utilizando-se o método de massa, com quatro repetições de 50 sementes puras, com tegumento visualmente não danificado, para cada tratamento. As sementes foram pesadas com precisão de três casas decimais e, em seguida, colocadas em copos de plástico (capacidade 200 mL), contendo 75 mL de água deionizada e mantidas em incubadora BOD regulada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$, durante 24 horas. Após este período, a condutividade elétrica da solução de embebição foi determinada com auxílio de condutivímetro DIGIMED - DM 31 e os valores expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (MARCOS FILHO & VIEIRA, 2009; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

2.3.4. Qualidade do grão

Segundo o Ministério da Agricultura (BRASIL, 1986) são considerados como avariados, grãos ou pedaços de grãos que se apresentam ardidos, brotados, imaturos, chochos, mofados ou danificados; como 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). Essa avaliação foi efetuada em quatro subamostras de 100 grãos por tratamento, calculando-se a porcentagem de grãos esverdeados, avariados e normais.

2.3.5. Determinação do conteúdo de clorofila

O método descrito por ARNON (1949) foi utilizado para realizar esta avaliação, adaptada como descrito em seguida. Quatro subamostras de vinte sementes por tratamento foram moídas em moinho A11 – Ika, e, 3,0 g das sementes foram maceradas com 5,0 mL de acetona 80%, em sala escura iluminada apenas com luz verde para extração da clorofila. O extrato foi filtrado, colocado em frasco escuro, e o resíduo foi lavado até que se completasse 15 mL de extrato e mantido em ambiente refrigerado até a leitura da absorbância em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 645, 652 e 663 nm. Os índices de clorofila foram calculados em mg g^{-1} de acordo com as equações:

$$\text{Clorofila } a = [(12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645}) \times FC]$$

$$\text{Clorofila } b = [(22,9 \times A_{645}) - (4,68 \times A_{663}) \times FC]$$

$$\text{Clorofila total} = [(20,2 \times A_{645}) + (8,02 \times A_{663}) \times FC]$$

Onde,

A = absorbância no respectivo comprimento de onda;

FC = fator de correção = 15 mL/3,0 g = 5

2.4. Forma de análise dos resultados

Os dados de cada experimento foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas utilizou-se o software AGROESTAT (BARBOSA & MALDONADO JR., 2011).

3. Resultados e Discussão

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática no ano agrícola de 2009/2010 foram observados cerca de 70 e 60 dias após a emergência das plântulas para a primeira e segunda épocas de semeadura, respectivamente. Neste momento, as plantas de soja da cultivar NK-412113 (V Max) estavam no estágio de desenvolvimento R5. A infecção inicial atingiu as plantas da cultivar MG/BR-46 (Conquista) da época de semeadura outubro no estágio de desenvolvimento R4 e, da época novembro, no estágio R3.

No ano agrícola 2010/2011, os primeiros sintomas da doença foram observados cerca de 70 dias após a emergência das plântulas, na área semeada em outubro de 2010, quando as plantas da cultivar NK-412113 (V Max) se encontravam no estágio de

desenvolvimento R4 e as da cultivar MG/BR-46 (Conquista), no estágio R3. As plantas da segunda época apresentaram os primeiros sintomas cerca de 50 dias após a emergência, no estágio de desenvolvimento R3 da cultivar NK-412113 (V Max) e R2 da cultivar MG/BR-46 (Conquista).

Para as avaliações referentes ao potencial fisiológico das sementes; germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica; cultivar NK-412113 (V Max), ano agrícola de 2009/2010, as parcelas semeadas na época novembro, apresentaram qualidade superior, com maior porcentagem de plântulas normais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado, e menores índices de condutividade elétrica, que refletem menor lixiviação de solutos na solução (Tabela 1).

Segundo BRACCINI et al. (2003), a semeadura realizada em novembro possibilita não só a obtenção de sementes mais vigorosas, como também com menores índices de infecção das sementes por microrganismos patogênicos.

Vale lembrar que, neste experimento, nas semeaduras realizadas em novembro o controle da ferrugem asiática foi mais eficiente com severidade da doença e desfolha menores.

Variações nas populações de plantas não provocaram alterações na germinação e vigor das sementes. VAZQUEZ (2005), estudando reduções de populações em soja também não verificaram influência sobre o potencial fisiológico das sementes.

A porcentagem de plântulas normais no teste de germinação e de envelhecimento acelerado para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), ano agrícola de 2009/2010, foi superior nas parcelas pulverizadas com a dose recomendada do tratamento fungicida azoxystrobina + ciproconazol (AZ + CP). A condutividade elétrica foi maior nas sementes provenientes das áreas tratadas com fungicida tebuconazol que não diferiram das áreas testemunhas, indicando uma inferioridade destes tratamentos. O tratamento fungicida com tebuconazol (TB) também foi semelhante a testemunha nas avaliações da porcentagem de plântulas normais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado (Tabela 2).

Sementes de soja com condutividade elétrica até $70\text{--}80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ têm sido consideradas como de alto vigor (VIEIRA et al., 1994) e condutividade de $90 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$

como de baixo vigor, sendo que os valores de condutividade não devem estar acima destes (VANZOLINI et al., 2006).

Nos relatos de MENDONÇA et al. (2000), sementes de menor qualidade se deterioram 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.

Tabela 1. Plântulas normais no teste de germinação e envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e conteúdo de clorofila em soja, cultivar NK-412113 (V Max), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Germinação	Envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica	Clorofila total
	Plântulas normais (%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	(mg g^{-1})
População (plantas ha^{-1}) (P)				
160.000	74,55	60,25	162,76	0,88
280.000	76,13	64,55	154,42	0,19
400.000	74,73	61,18	156,23	0,73
Teste F	0,42 ^{ns}	2,10 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,58 ^{ns}
DMS	4,49	5,27	12,10	0,33
Fungicidas (F)				
Testemunha	75,54	62,38	161,37	0,65
50% AZ + CP	74,25	64,38	157,09	0,94
100% AZ + CP	76,25	63,17	151,19	0,93
50% TB	73,71	59,92	162,68	0,78
100% TB	75,92	60,21	156,67	0,69
Teste F	0,41 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,16 ^{ns}
DMS	6,77	7,94	18,25	0,49
Época de semeadura (E)				
Outubro	57,55 b	31,27 b	199,61 a	1,32 a
Novembro	92,72 a	92,72 a	115,99 b	0,28 b
Teste F	522,92 **	1162,77 **	407,14 **	85,82 **
DMS	3,06	3,58	8,24	0,22
P x F	0,68 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,82 ^{ns}
P x E	0,33 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,32 ^{ns}
F x E	0,58 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,53 ^{ns}
P x F x E	0,41 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,76 ^{ns}
CV (%)	11,21	15,92	14,38	76,43

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 2. Plântulas normais no teste de germinação e envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e conteúdo de clorofila em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Germinação	Envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica	Clorofila total
	Plântulas normais (%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	(mg g^{-1})
População (plantas ha^{-1}) (P)				
160.000	69,00	66,75	193,26	0,91
280.000	70,68	69,20	186,07	1,21
400.000	69,28	67,95	183,96	1,06
Teste F	0,56 ^{ns}	0,85 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,46 ^{ns}
DMS	4,03	4,47	10,37	0,75
Fungicidas (F)				
Testemunha	65,00 b	62,71 c	205,25 a	1,13
50% AZ + CP	70,21 b	71,29 ab	174,32 b	1,11
100% AZ + CP	76,54 a	75,88 a	164,52 b	0,81
50% TB	70,54 ab	66,42 bc	200,08 a	1,21
100% TB	65,96 b	63,54 c	194,65 a	1,03
Teste F	8,81 ^{**}	10,52 ^{**}	19,43 ^{**}	0,29 ^{ns}
DMS	6,08	6,74	15,65	1,12
Época de semeadura (E)				
Outubro	69,37	66,00 b	181,34 b	1,15
Novembro	69,93	69,93 a	194,19 a	0,96
Teste F	0,17 ^{ns}	6,60 [*]	13,09 ^{**}	0,54 ^{ns}
DMS	2,74	3,04	7,06	0,51
P x F	0,45 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,71 ^{ns}
P x E	3,69 [*]	2,13 ^{ns}	10,37 ^{**}	1,50 ^{ns}
F x E	0,88 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,92 ^{ns}
P x F x E	1,12 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,71 ^{ns}
CV (%)	10,85	12,33	10,36	132,00

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.

Com a redução da população de plantas, observou-se, no ano agrícola de 2009/2010 para a cultivar Conquista, condutividade elétrica superior na semeadura realizada em novembro, e, na população de 400.000 plantas ha^{-1} , maior porcentagem de plântulas normais no teste de germinação também foi verificada nesta época (Tabela 3). No geral, todos os tratamentos apresentaram valores elevados de condutividade elétrica, o que indica baixo vigor das sementes.

A exposição das sementes de soja a ciclos alternados de elevada e baixa umidades (ciclos de hidratação) antes da colheita, devido a ocorrência de chuvas frequentes e assim, de flutuações diárias da umidade relativa do ar, resulta na sua deterioração por umidade (FRANÇA NETO et al., 1999).

Devido o comprometimento da qualidade do material colhido no ano agrícola de 2010/2011, devido ao excesso de chuvas, o potencial fisiológico das sementes e seu conteúdo de clorofila foram avaliados somente para as plantas da época de semeadura outubro, cultivar NK-412113 (V Max), e época de semeadura novembro, cultivar MG/BR-46 (Conquista) (Tabela 4). Para a cultivar NK-412113 (V Max) com semeadura em outubro, apenas as populações de plantas influenciaram a condutividade elétrica, e nas maiores populações foram observadas os maiores valores, no entanto, todos os tratamentos foram enquadrados dentro de um padrão de vigor considerado como baixo, segundo VIEIRA & KRZYZANOWSKI (1999).

Na cultivar Conquista, com semeadura em novembro, observou-se interferência dos tratamentos fungicidas, e a aplicação de AZ + CP, nas doses recomendada e reduzida, contribuiu para a manutenção do mínimo potencial fisiológico das sementes, com maiores valores de plântulas normais e menores índices de condutividade elétrica.

Tabela 3. Desdobramento das interações população de plantas x épocas de semeadura para potencial fisiológico das sementes, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Germinação		Condutividade elétrica	
	Plântulas normais (%)		(μS cm ⁻¹ g ⁻¹)	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
160.000	70,50 a	67,50 a	177,29 b	209,23 a A
280.000	71,20 a	70,15 a	178,95 b	193,19 a B
400.000	66,40 b	72,15 a	187,77 a	180,15 a B
DMS (P)	5,70		14,67	
DMS (E)	4,75		12,23	

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.

Tabela 4. Plântulas normais no teste de germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA); condutividade elétrica (CE) e conteúdo de clorofila em soja, cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivadas em diferentes populações de plantas, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	G		CE	Clorofila total		G	EA	CE	Clorofila total
	Plântulas normais (%)	$(\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1})$	$(\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1})$	(mg g^{-1})	Plântulas normais (%)	MG/BR-46 (Conquista)	– novembro ⁽²⁾	$(\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1})$	(mg g^{-1})
População (plantas ha ⁻¹) (P)									
160.000	35,65	140,43 a		1,24	48,15	43,00	86,32		0,34
280.000	41,40	126,74 ab		1,28	53,30	43,70	86,32		0,26
400.000	42,80	119,10 b		1,09	47,10	48,50	88,65		0,32
Teste F	0,61 ^{ns}	3,90 *		0,37 ^{ns}	2,49 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,56 ^{ns}		1,49 ^{ns}
DMS	16,66	18,81		0,55	7,23	7,01	6,17		0,12
Fungicidas (F)									
Testemunha	42,17	130,26		1,28	29,58 b	26,00 b	98,14 a		0,28 ab
50% AZ + CP	34,17	134,67		1,38	73,58 a	70,33 a	73,25 b		0,40 a
100% AZ + CP	37,83	131,14		1,15	74,75 a	71,42 a	72,76 b		0,38 ab
50% TB	42,50	120,17		0,93	37,92 b	28,25 b	97,30 a		0,22 b
100% TB	43,08	127,54		1,26	31,75 b	29,33 b	98,14 a		0,23 ab
Teste F	0,38 ^{ns}	0,59 ^{ns}		0,68 ^{ns}	69,87 **	80,15 **	31,27 **		3,74 *
DMS	25,23	28,49		0,84	10,95	10,62	9,34		0,18
P x F	1,48 ^{ns}	1,44 ^{ns}		1,35 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,17 ^{ns}		2,67 *
CV (%)	54,27	19,02		59,88	19,01	20,26	9,22		50,49

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. ⁽¹⁾ Avaliações realizadas para a cultivar NK-412113 (V Max) apenas na 1ª época de semeadura, outubro; ⁽²⁾ Avaliações realizadas para a cultivar MG/BR-46 (Conquista) apenas na 2ª época de semeadura, novembro.

Para ambas as cultivares, o excesso de chuvas no período de enchimento de vagens, e a redução da radiação solar podem ter contribuído para a baixa qualidade fisiológica das sementes. E ainda, a ferrugem asiática atingiu as folhas em fases críticas relacionadas à formação de vagens e grãos e provocou a desfolha precoce das plantas, o que pode ter contribuído para a menor qualidade das sementes.

Com relação a clorofila das sementes, para a cultivar NK-412113 (V Max), nos dois anos agrícolas, e para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), no ano agrícola 2009/2010, todos os tratamentos proporcionaram teores totais semelhantes (Tabelas 1, 2 e 4). No ano agrícola de 2010/2011, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista) semeada em novembro, os teores de clorofila total, na população de 400.000 plantas ha⁻¹, foram maiores com o uso dos tratamentos fungicida com AZ + CP (Tabela 5).

Segundo PÁDUA et al. (2007), o aumento na incidência de sementes esverdeadas em lotes de sementes de soja afeta negativamente a sua qualidade e aumenta os teores de clorofila nas sementes.

Para a maioria das espécies de sementes, a quantidade de clorofila diminui durante o processo de maturação. Ao mesmo tempo, a cor da semente muda de verde para a cor característica, dependendo da espécie e da cultivar. Apesar da importância da transformação da clorofila em seus derivados durante o amadurecimento da soja, pouco se conhece sobre o mecanismo de degradação do pigmento nessa semente, durante o processo de maturação e armazenamento.

A ocorrência de sementes verdes é o resultado de condições climáticas desfavoráveis ou de técnicas de antecipação da colheita que interferem no processo de degradação da clorofila. Acredita-se que, com a morte prematura da planta e a consequente maturação forçada das sementes, a atividade da enzima clorofilase pare antes de toda a clorofila ser degradada (FRANÇA NETO et al., 2005). Apesar da importância da transformação da clorofila durante a maturação da soja, pouco se sabe sobre o mecanismo de degradação do pigmento na semente durante o processo de amadurecimento e de armazenamento (SINNECKER, 2002).

Tabela 5. Desdobramento das interações população de plantas x fungicidas para conteúdo de clorofila, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Clorofila Total (mg g ⁻¹)		
	População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)		
	160.000	280.000	400.000
Testemunha	0,35 a	0,30 a	0,18 a B
50% AZ + CP	0,48 a	0,18 b	0,55 a A
100% AZ + CP	0,35 a	0,28 a	0,53 a A
50% TB	0,23 a	0,28 a	0,15 a B
100% TB	0,28 a	0,25 a	0,18 a B
DMS (F)		0,31	
DMS (P)		0,26	

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.

A condutividade elétrica das sementes da cultivar NK-412113 (V Max) não foi influenciada pelos diferentes tratamentos fungicidas usados nos dois anos agrícolas. 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, independente dos tratamentos utilizados foi observado valores de plântulas normais consideravelmente baixos, de acordo com o proposto por MARCOS FILHO (1999b).

Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), apesar dos altos índices de plantas anormais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado em função da severidade da doença e condições de armazenamento não controladas, ainda foram detectadas diferenças entre os tratamentos fungicidas.

Com relação a qualidade de grãos, para o primeiro ano agrícola, a quantidade de grãos normais foi semelhante para todas as populações de plantas e tratamentos fungicidas para ambas cultivares. Na cultivar NK-412113 (V Max), menor quantidade de grãos avariados, foi observada com o tratamento fungicida AZ + CP, dose reduzida, e,

na cultivar MG/BR-46 (Conquista), com a dose recomendada do mesmo fungicida, diferenciando-se das parcelas testemunhas não tratadas (Tabela 6).

A semeadura realizada em novembro promoveu maior quantidade de grãos normais e menor quantidade de grãos avariados para a cultivar NK-412113 (V Max).

Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), na semeadura de novembro, verificou-se menores porcentagens de grãos avariados com os tratamentos com AZ + CP e com a dose reduzida de TB, e, para as parcelas testemunhas, na semeadura realizada em outubro. Na maior e na menor população de plantas, na primeira época de semeadura, produziram-se grãos esverdeados em maior quantidade (Tabela 7).

No ano agrícola de 2010/2011, o tratamento fungicida AZ + CP, dose recomendada, proporcionou maior produção de grãos normais e esverdeados, e menor produção de grãos avariados para a cultivar NK-412113 (V Max). Para a cultivar MG/BR-46 (Conquista), ambas as doses de AZ + CP promoveram redução na porcentagem de grãos avariados e aumento de grãos normais. Os tratamentos com TB foram semelhantes a testemunha (Tabela 8).

Dentro da semeadura realizada em novembro, para a cultivar precoce, maiores quantidades de grãos normais e menores quantidades de grãos avariados foram observadas com o tratamento fungicida AZ + CP, na sua dose recomendada, que diferiu dos tratamentos com TB e da testemunha. Para todos os tratamentos fungicidas e testemunha, na primeira época de semeadura observou-se produção de grãos normais em maior quantidade e de grãos avariados em menor quantidade (Tabela 9).

Grãos normais foram encontrados em maior quantidade na segunda época de semeadura para todos os tratamentos fungicidas, e, nos tratamentos com AZ + CP na primeira época de semeadura, para a cultivar MG/BR-46 (Conquista). Maior quantidade de grãos avariados, para todos os tratamentos fungicidas, foi observada na semeadura de outubro e dentro desta época o uso do tratamento com AZ + CP reduziu a formação de grãos avariados.

As diferentes populações de plantas não interferiram na produção de grãos normais, avariados e esverdeados de ambas as cultivares neste ano agrícola.

Tabela 6. Grãos normais, avariados e esverdeados em soja, cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivadas em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Grãos normais		Grãos avariados		Grãos esverdeados		Grãos normais		Grãos avariados		Grãos esverdeados	
	----- (%) -----						----- (%) -----					
	NK-412113 (V Max)						MG/BR-46 (Conquista)					
População (plantas ha ⁻¹) (P)												
160.000	88,18	10,03 ab		2,05	75,78	19,05	5,18					
280.000	88,18	9,15 b		2,68	77,75	17,15	5,10					
400.000	85,98	12,03 a		2,25	75,13	18,40	6,48					
Teste F	1,82 ^{ns}	4,00 *		0,61 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,45 ^{ns}					
DMS	3,17	2,48		1,37	4,87	3,76	2,16					
Fungicidas (F)												
Testemunha	86,25	12,46 a		1,71	72,96	22,17 a	4,88					
50% AZ + CP	88,33	8,67 b		3,00	75,67	18,04 ab	6,29					
100% AZ + CP	87,25	9,92 ab		2,83	79,17	14,38 b	6,46					
50% TB	86,79	11,54 ab		2,08	78,08	17,50 ab	4,42					
100% TB	88,58	9,42 ab		2,00	75,21	18,92 ab	5,88					
Teste F	0,67 ^{ns}	2,69 *		1,14 ^{ns}	1,73 ^{ns}	3,78 **	1,17 ^{ns}					
DMS	4,79	3,75		2,07	7,35	5,68	3,26					
Época de semeadura (E)												
Outubro	80,68 b	15,83 a		3,82 a	75,35	16,95	7,70 a					
Novembro	94,20 a	4,97 b		0,83 b	77,08	19,45	3,47 b					
Teste F	154,80 **	163,28 **		40,20 **	1,08 ^{ns}	3,76 ^{ns}	32,67 **					
DMS	2,16	1,69		0,94	3,32	2,56	1,47					
P x F	0,68 ^{ns}	1,21 ^{ns}		1,29 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,68 ^{ns}					
P x E	0,31 ^{ns}	0,77 ^{ns}		0,36 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,37 ^{ns}	3,64 *					
F x E	0,89 ^{ns}	1,49 ^{ns}		1,48 ^{ns}	1,55 ^{ns}	3,38 *	0,29 ^{ns}					
P x F x E	0,23 ^{ns}	0,75 ^{ns}		1,16 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,29 ^{ns}					
CV (%)	6,80	44,79		110,85	11,99	38,78	72,65					

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 das interações fungicidas x épocas de semeadura e população de plantas x épocas de semeadura para qualidade do grão, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Fungicidas (F)	Grãos avariados (%)	
	Época de semeadura (E)	
	Outubro	Novembro
Testemunha	16,92 b	27,42 a A
50% AZ + CP	19,42 a	16,67 a B
100% AZ + CP	13,00 a	15,75 a B
50% TB	18,42 a	16,58 a B
100% TB	17,00 a	20,83 a AB
DMS (F)	8,03	
DMS (E)	5,73	

População de plantas (plantas ha ⁻¹) (P)	Grãos esverdeados (%)	
	Época de semeadura (E)	
	Outubro	Novembro
160.000	6,95 a AB	3,40 b
280.000	6,20 a B	4,00 a
400.000	9,95 a A	3,00 b
DMS (P)	3,06	
DMS (E)	2,55	

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.

A porcentagem de grãos esverdeados produzidos nos diferentes tratamentos testados, em ambas cultivares e anos agrícolas, não ultrapassaram 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. São considerados como 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) (BRASIL, 1986).

A porcentagem de grãos avariados, cuja tolerância é de 8,0% (BRASIL, 1986), atingiu níveis elevados nas duas cultivares. Entretanto, foi no segundo ano agrícola que esses valores ficaram muito acima do limite aceitável. Esses grãos, que são definidos como aqueles que se apresentam ardidos, brotados, imaturos, mofados ou danificados por percevejos, podem se formar por diversas causas, mas foi o excesso de chuvas nos

Tabela 8. Grãos normais, avariados e esverdeados em soja, cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivadas em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Tratamentos	Grãos normais		Grãos avariados		Grãos esverdeados ⁽¹⁾		Grãos normais		Grãos avariados		Grãos esverdeados ⁽¹⁾	
	----- (%) -----		----- (%) -----		----- (%) -----		----- (%) -----		----- (%) -----		----- (%) -----	
	MG/BR-46 (Conquista)											
População (plantas ha ⁻¹) (P)												
160.000	61,63	37,35	1,03	54,60	44,63	0,78						
280.000	62,65	36,45	0,90	53,18	46,13	0,70						
400.000	59,18	38,13	2,10	54,48	44,88	0,65						
Teste F	2,63 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,08 ^{ns}						
DMS	3,71	4,29	0,06	3,90	3,84	0,04						
Fungicidas (F)												
Testemunha	54,54 c	44,50 a	0,96 ab	47,21 b	52,21 a	0,58						
50% AZ + CP	63,58ab	34,88 b	1,54 ab	62,17 a	36,71 b	1,13						
100% AZ + CP	68,29 a	27,67 c	4,04 a	62,67 a	36,33 b	1,00						
50% TB	58,75 bc	40,58 ab	0,67 b	49,17 b	50,42 a	0,42						
100% TB	60,58 b	38,92 ab	0,50 b	49,21 b	50,38 a	0,42						
Teste F	13,21 ^{**}	15,18 ^{**}	3,63 ^{**}	26,33 ^{**}	29,39 ^{**}	2,27 ^{ns}						
DMS	5,60	6,47	0,10	5,88	5,80	0,06						
Época de semeadura (E)												
Outubro	90,75 a	7,55 b	1,70 a	15,00 b	84,90 a	0,10 b						
Novembro	31,55 b	67,07 a	1,38 b	93,17 a	5,52 b	1,32 a						
Teste F	2169,60 ^{**}	1639,70 ^{**}	10,02 ^{**}	3434,05 ^{**}	3648,03 ^{**}	38,91 ^{**}						
DMS	2,53	2,92	0,04	2,65	2,61	0,03						
P x F	0,68 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,02 ^{ns}						
P x E	0,35 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}						
F x E	10,79 ^{**}	11,34 ^{**}	1,07 ^{ns}	18,19 ^{**}	16,98 ^{**}	2,01 ^{ns}						
P x F x E	0,69 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,01 ^{ns}						
CV (%)	11,38	21,58	15,22	13,51	15,92	9,48						

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. ⁽¹⁾ Dados transformados em log (x +5), com médias originais apresentadas na tabela.

Tabela 9. Desdobramento das interações fungicidas x épocas de semeadura para qualidade do grão, em soja, cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista), pulverizadas com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP) e tebuconazol (TB), cultivadas em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

NK-412113 (V Max)				
Fungicidas (F)	Grãos normais (%)		Grãos avariados (%)	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
Testemunha	90,00 a	19,08 b D	8,08 b	80,92 a A
50% AZ + CP	90,17 a	37,00 b AB	7,50 b	62,25 a C
100% AZ + CP	92,25 a	44,33 b A	5,50 b	49,83 a D
50% TB	91,75 a	25,75 b CD	7,00 b	74,17 a AB
100% TB	89,58 a	31,58 b BC	9,67 b	68,17 a BC
DMS (F)	7,92		9,16	
DMS (E)	5,65		6,53	

MG/BR-46 (Conquista)				
Fungicidas (F)	Grãos normais (%)		Grãos avariados (%)	
	Época de semeadura (E)			
	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro
Testemunha	3,83 b B	90,58 a	96,17 a A	8,25 b
50% AZ + CP	30,17 b A	94,17 a	69,67 a B	3,75 b
100% AZ + CP	30,42 b A	94,92 a	69,50 a B	3,17 b
50% TB	5,58 b B	92,75 a	94,33 a A	6,50 b
100% TB	5,00 b B	93,42 a	94,83 a A	5,92 b
DMS (F)	8,31		8,19	
DMS (E)	5,93		5,84	

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.

meses de fevereiro e março de 2011, que comprometeu a colheita e prejudicou sua qualidade. Nestas plantas, por ocasião da colheita, foi possível observar grande número de vagens com grãos brotados.

É interessante ressaltar que grãos imaturos também apresentam coloração externa esverdeada, indicando a não completa metabolização da clorofila devido sua incompleta formação, por causa da desfolha precoce provocada pela ferrugem asiática.

Apesar dos altos índices de grãos avariados, plantas anormais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado, e de elevados valores de condutividade elétrica, ainda foram detectadas algumas diferenças entre os tratamentos fungicidas, e,

quando essas foram observadas, verificou-se que os tratamentos com tebuconazol foram semelhantes a testemunha e proporcionaram menor qualidade das sementes de soja.

4. Conclusões

A população de plantas não interferiu na qualidade e potencial fisiológico das sementes de soja das cultivares NK-412113 (V Max) e MG/BR-46 (Conquista).

A semeadura realizada em novembro contribuiu para a maior qualidade das sementes da cultivar precoce NK-412113 (V Max) no ano agrícola de 2009/2010. Nestas condições, a doença ocorreu mais tardiamente e a severidade da ferrugem foi menor.

No ano agrícola de 2010/2011, os excessos de chuvas e de dias nublados no período de enchimento de vagens e maturação das sementes contribuíram para a baixa qualidade das sementes em ambas cultivares.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do controle químico deve ser racional e com critérios, através da aplicação de fungicidas no momento correto e em quantidade adequada, associada a adoção do controle cultural (época de semeadura, espaçamento, população de plantas, adubação, rotação de culturas, entre outras), contribuindo com o manejo anti-resistência do patógeno a fungicidas.

A arquitetura de plantas aparenta ser um aspecto relevante a ser considerado no momento da definição de arranjos espaciais de plantas na busca de condições que favoreçam a penetração da radiação solar no interior do dossel da cultura e a sanidade das plantas. De encontro a isso, a redução da população de plantas, exceto em condições não favoráveis de semeadura, pode contribuir para melhor ocupação da área pelas plantas, com controle eficiente da doença e boa produtividade de grãos.

O uso de cultivar de ciclo precoce com antecipação da época de semeadura, dentro do período recomendado para a cultura, é uma boa estratégia para escapar da ocorrência da doença. Nestas condições, o patógeno atinge as plantas já em estádios avançados de desenvolvimento reprodutivo, e o controle da doença pode ser eficientemente realizado apenas com uma aplicação de fungicidas.

A identificação da ferrugem asiática da soja nos estágios iniciais é importante, uma vez que nessa fase o controle químico apresenta melhor eficiência.

Para o sucesso do tratamento fungicida, não é recomendado o uso isolado de tebuconazol (triazol). A mistura de azoxystrobina + ciproconazol (estrobilurina + triazol) deve ser utilizada e pode ter sua dose reduzida a 50% da recomendada, com controle eficiente do patógeno, menores severidades e produtividades de grãos superiores.

A maior eficácia no controle da ferrugem asiática deve contar com esforços da pesquisa na busca pela melhoria da tecnologia de aplicação, uso de cultivares resistentes, tratamentos de sementes, além da conscientização de técnicos e produtores.

Não se deve esquecer que a ocorrência da ferrugem e sua maior ou menor severidade, assim como o desenvolvimento e produtividade da cultura da soja, também estão diretamente relacionados as condições climáticas de cada ano e região.

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.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática, 1, 2005, Uberlândia. **Coletânea...** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193 -219.
- ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, A. P. O.; ROMAGNOLE, H. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF. 2004. p 48-51.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, 32).
- ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed. Autor, 2002. 100p.
- BARBOSA, G. F. **Influência de doses reduzidas de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2008.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AGROESTAT – Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos, versão 1.1.0.626**. 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: Funep, 1988. 41p.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Editora Ceres, 1996. 299p.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 666-669, 2003.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JR., E. K.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.

BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; SCHUAB, S. R. P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 76-86, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009, 399p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Normas de qualidade para classificação e comercialização da soja em grãos**. (Portaria n. 262 de 23/11/1983) Brasília: SNAB/CNTP, 1986.

CÂMARA, G. M. S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1991. 266f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1991.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532p.

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

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho/2012. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_07_05_08_41_20_boletim_graos_-_10julho_2012.pdf Acesso em: 10 jul. 2012.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; ROMÁN, R. A. A. Características agronómicas de la soya en función de las densidades de siembra y profundidad de deposición de abono. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 62-68, 2011.

COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L.; THOMAS, A. L. Redução no espaçamento entrelinhas e potencial de rendimento da soja. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 68, n. 2, p. 22-28, 2002.

COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CABRAL, N. T.; MENDES, E. M. C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 107-112, 1995.

COURSHEE, R. J. Some aspects of the application of insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 5, p. 327-352, 1967.

CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2; p. 343-351, 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; MOURA, E. A. C.; SILVA-JÚNIOR, J. L.; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n.1, p. 133-138, 2005.

DAROISH, M. HASSAN, Z. AHAD, M. Influence of planting dates and plant densities on photosynthesis capacity, grain and biological yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] in Karaj, Iran. **Journal of Agronomy**, Tehran, Iran, v. 4, n. 3, p. 230-237, 2005.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 261p.

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

FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FERNANDES FILHO, E. I.; VALE, F. X. R.; LIBERATO, J. R. **QUANT v.1.0.0.22**: Quantificação de doenças de plantas. Viçosa: editora, 2002. 1 CD-ROM.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 22 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica 40).

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. 8 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 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.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 5-28.

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

GODOY, C. V.; 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.

GUPTA, C. P.; DUC, T. X. **Deposition studies of a hand-held airassisted electrostatic sprayer**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 39, n. 5, p. 1633-1639, 1996.

HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, v.30, n. 1, p. 1-10, 2002.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 81f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar na cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; SILVA, A. J. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 96-103, 2010.

ISTA – International Seed Testing Association. **What is seed vigor?** ISTA News Bulletin, n. 121, 2000. p. 12-13.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential of cauliflower seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 372-380, 2008.

LENZ, G.; BALARDIN, R. S.; MINUZZI, S. G.; TORMEN, N. R.; MARQUES, L. N. Espectro de gotas e idade de trifólios na taxa de absorção e efeito residual de fungicidas em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1702-1708, 2011.

MACHADO NETO, J. G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para estudo da exposição dérmica de aplicadores de defensivos agrícolas. **Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 4, n. 2, p. 22, 1989.

MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi***. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. cap. 3, p. 3-24.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. cap. 1, p. 1-21.

MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Seed vigor tests: Procedures - Conductivity test. In: BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; MCDONALD, M. B. (Org.) **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: AOSA, 2009. p. 186-200.

MATTHEWS, G.A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

McNICHOL, A. Z.; TESKE, M. E.; BARRY, J. W. **A technique to characterize spray deposit in orchard and tree canopies**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 40, n. 6, p. 1529-1536, 1997.

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

MENEGHETTI, R. C.; BALARDIN, R. S.; CORTE, G. D.; FAVERA, D. D.; DEBONA, D. Avaliação da ativação da defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 823-829, 2010.

MILES, M. R.; LEVY, C.; MOREL, W.; MUELLER, T.; STEINLAGE, T.; RIJ, N. van; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, n. 11, p. 1450-1458, 2007.

MÜLLER, L. Fisiologia: fotossíntese. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (eds.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 109-129, 1981.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Épocas de semeadura de soja: I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 11, p. 1187-1198, 1983.

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.

PÁDUA, G. P.; FRANÇA NETO, J. B.; CARVALHO, M. L. M.; COSTA, O.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 128-138, 2007.

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

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1653-1662, 2000.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, London, v. 16, p. 25-33, 1997.

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, supl., p. 105-106, 2007.

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.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 405-411, 2003.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service (Special Report, 53), 1982. 20 p.

RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Imagens do sensor MODIS associadas a um modelo agronômico para estimar a produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 73-80, 2007.

RODRIGUES, G. J. **Critérios rastreáveis na aplicação de inseticida no controle do bicho mineiro do cafeeiro**. 2005. 108f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

SANTOS, J. A.; JULIATTI, F. C.; SANTOS, V. A.; POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 443-447, 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.

SEIXAS, C. D. S.; GODOY, C. V.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R. Manejo das doenças da soja nas regiões Sul e Sudeste. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, supl., p. 60-61, 2006.

SILVA, A. J.; CANTERI, M. G.; SANTIAGO, D. C.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A. L. A refletância na estimativa do efeito de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 53-56, 2009.

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

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

SINCLAIR, J. B.; 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.

SINNECKER, P. **Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de sementes de soja**. 2002. 103f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

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

SOUZA, R. T.; CASTRO, R. D.; PALLADINI, L. A. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. esp., p. 75-82, 2007.

TAVARES JR, J. E.; FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A. H. N.; FAZUOLI, L. C.; BERNARDES, M. S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 199-203, 2002.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

VANZOLINI, S.; SENEME, A. M.; SILVA, M. A. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja tratadas com micronutrientes. **Revista Ceres**, v. 53, p. 590-596, 2006.

VAZQUEZ, G. H. **Efeitos de reduções na população de plantas sobre a produtividade, a qualidade fisiológica da semente e o retorno econômico na produção de grãos de soja**. 2005. 146f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2005.

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.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p. 1-26.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Teste de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 31-47.

VILLALBA, J. F.; DAGOBERTO, M.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

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

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

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

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES-JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 4, p. 675-677, 2005.

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

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

YORINORI, J. T.; WILFRIDO, M. P. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi***. Londrina: EMBRAPA/CNPES, 2002.

ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, H. E.; REDING, M. E.; KRAUSE, C. R. Development of a canopy opener to improve spray deposition and coverage inside soybean canopies. 2. Opener design with field experiments. **Transactions of the ASABE**, v. 51, n. 6, p. 1913-1922, 2008.