

POTENCIAL DO MANEJO INTEGRADO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA: SEVERIDADE DA DOENÇA, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO, CULTIVAR MG/BR-46 (CONQUISTA)

ASIAN SOYBEAN RUST INTEGRATED MANAGEMENT POTENTIAL: DISEASE SEVERITY, PLANT DEVELOPMENT AND YIELD COMPONENTS, CULTIVAR MG/BR-46 (CONQUISTA)

Giselle Feliciani BARBOSA¹; Maria Aparecida Pessôa da Cruz CENTURION²; Antonio Sergio FERRAUDO³

1. Professora, Doutora, Universidade Anhanguera – UNIDERP, Campo Grande, MS, Brasil. giselle.barbosa@uniderp.edu.br; 2. Professora, Doutora, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Departamento de Produção Vegetal, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, UNESP/FCAV, Departamento de Ciências Exatas, SP, Brasil.

RESUMO: A ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, é uma das principais doenças foliares da cultura da soja. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos das épocas de semeadura, populações de plantas e doses reduzidas de fungicidas na severidade da ferrugem asiática e seus reflexos no desenvolvimento e na produtividade da soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista). Experimentos de campo foram conduzidos nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, 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 compreender a natureza e a extensão dos efeitos dos tratamentos, uma análise multivariada de fatores foi aplicada. Para a maioria das diferentes características agrônômicas avaliadas e fatores, de um terço a dois terços da variabilidade pode ser explicada por mudanças na população de plantas ou por diferenças nos tratamentos com fungicidas; e o restante, pela variação na época de semeadura. Os tratamentos com fungicidas e a época de semeadura são determinantes na severidade da doença e na interferência desta na produtividade da cultura. Caracteres relacionados ao desenvolvimento vegetativo são mais dependentes das variações na população de plantas. As menores severidades da ferrugem asiática com os tratamentos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol, refletiram em produtividades superiores. A população de plantas pode ser reduzida até 160 mil plantas ha⁻¹ sem prejuízos no controle da doença e na produtividade da soja. No geral, semeaduras mais precoces proporcionaram aumento das características agrônômicas relacionadas ao desenvolvimento vegetativo das plantas, apesar do controle menos eficiente da ferrugem.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill. *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow. População de plantas. Fungicidas. Época de semeadura. AACPD.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, sendo responsável por 75,3 milhões de toneladas na safra 2010/2011, em uma área de mais de 24 milhões de hectares (CONAB, 2011). Contudo, vários são os entraves à produção dessa oleaginosa, entre eles, a ocorrência de doenças é um dos principais fatores limitantes para obtenção de maiores produtividades de grãos (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 (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Atualmente, 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).

As estratégias de controle da ferrugem asiática exigem uma combinação de medidas a fim de evitar ou minimizar as perdas. De acordo com Yorinori (2007), para controle eficiente da ferrugem, é fundamental que o planejamento seja feito antes da semeadura, com definição da época e período de semeadura e da população de plantas para que haja bom arejamento foliar. A pulverização deve atingir o máximo de área foliar, com fungicidas de maior 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 do patógeno (GODOY; CANTERI, 2004).

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, capazes de quebrar a resistência de novas variedades. Portanto, o uso de cultivares resistentes ou tolerantes não dispensa totalmente o emprego de fungicidas e deve ser entendido como uma forma de reduzir o número de aplicações (MENEGHETTI et al., 2010; YORINORI, 2007). Esses fatores 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, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da época de semeadura,

populações de plantas e uso de fungicidas na severidade da ferrugem asiática, desenvolvimento da planta, componentes da produção e produtividade de grãos da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados em área experimental da UNESP, Campus de Jaboticabal (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 eutrófico, 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%. Os dados meteorológicos dos períodos em que os experimentos foram conduzidos estão na Figura 1A e B.

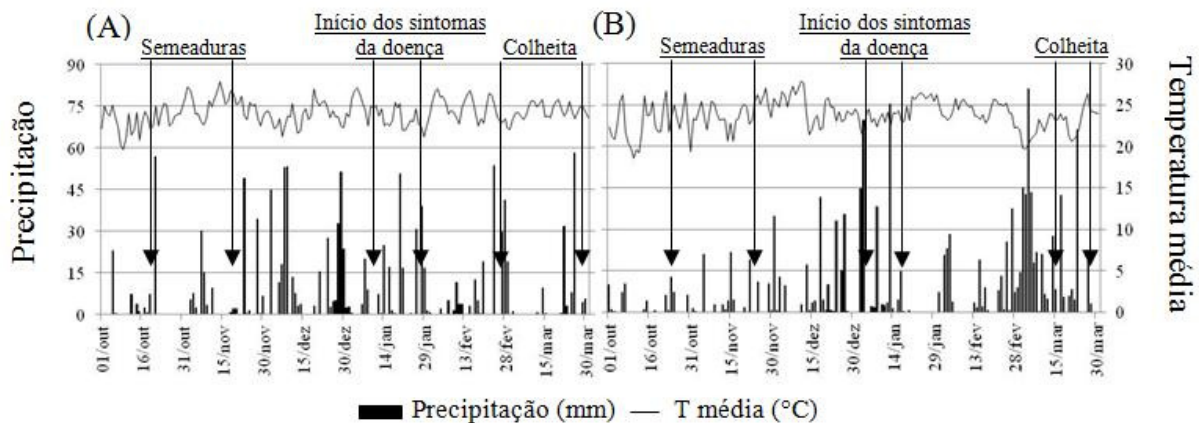


Figura 1. Precipitação e temperatura média diárias no período de outubro de 2009 a março de 2010 (A) e no período de outubro de 2010 a março de 2011 (B).

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

Antes da instalação do experimento foi realizado o preparo do solo por meio de aração e gradagens. Antes da semeadura foi aplicado e incorporado 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 Rajj et al. (1997).

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. Utilizou-se a cultivar de soja MG/BR-46 (Conquista), de ciclo médio e tipo de crescimento determinado. Cerca de duas horas antes da semeadura, as sementes foram preparadas, efetuando-se o tratamento com o fungicida carbendazim + tiram (Protreat[®]) na dose de 30 + 70 g i.a./100 kg de sementes e

adicionando-se inoculante turfoso na dose 100 g/50 kg de sementes.

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 (Endossulfam 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.

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, segundo escala fenológica de Ritchie et al. (1982), foi realizado o desbaste para ajuste das populações de plantas para 160.000 plantas ha⁻¹, 280.000 plantas ha⁻¹ e 400.000 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.

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[®]); 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); 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 experimento foi realizado sob condições de infestação natural do patógeno.

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 bicos de jato plano duplo modelo TJ 60 11002,

espaçados em 0,45 m, e consumo de calda de 250 L ha⁻¹.

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 estimativa da severidade da doença foi usada a escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). Essa avaliação foi realizada em quatro pontos nas linhas centrais de cada parcela, nos terços inferior, médio e superior das plantas, no total de 12 folíolos por parcela. 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. Com os valores de severidade média de ferrugem de cada parcela calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

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.

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.

Para o número total de vagens por planta e porcentagem de vagens chochas por planta foram contadas as vagens em uma amostra de 10 plantas coletadas ao acaso por área útil, 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 sub-amostras de 100 grãos por

tratamento, pesadas, considerando-se a correção para teor de água de 13% (base úmida).

Os dados de cada experimento foram primeiramente submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software AGROESTAT. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise fatorial multivariada para explorar a estrutura de dependência contida nas variáveis originais. A análise de fatores busca identificar processos responsáveis pela variabilidade principal das variáveis originais, agrupando-as em conjuntos de variáveis a serem explicadas por um número limitado de novas variáveis, os fatores, responsáveis pela covariância entre as variáveis observadas (KIM; MUELLER, 1978). Condensa a informação contida no conjunto de variáveis originais em um conjunto menor, com perda mínima de informação. Para a extração de fatores, foi utilizada a técnica de extração por componentes principais (SEAL, 1964) calculada a partir da matriz de correlação entre variáveis. Os fatores são independentes entre si, não têm unidades e são variáveis padronizadas (distribuição normal, média = 0 e variância = 1). Os coeficientes das funções lineares que definem os fatores são usados para interpretar o seu significado, utilizando o sinal e o valor relativo dos coeficientes como uma indicação do peso a ser atribuído a cada variável. Os efeitos dos tratamentos sobre cada fator extraído foram testados pelo *general linear model (GLM)*, na análise de variância, e as diferenças significativas entre os níveis dos efeitos principais (população de plantas, tratamentos com fungicidas e épocas de semeadura) foram analisadas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey. Utilizou-se o software STATISTICA 7.

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. A infecção inicial atingiu as plantas da primeira época de semeadura no estádio de desenvolvimento R4 e, da segunda época, no estádio R3. No ano agrícola de 2010/2011, os sintomas iniciais ocorreram cerca de 70 dias após a emergência das plântulas, na semeadura de outubro, quando as plantas encontravam-se no estádio de desenvolvimento R3, e, cerca de 50

dias após a emergência, no estádio de desenvolvimento R2, na semeadura realizada em novembro.

No geral, a porcentagem de área foliar infectada (AFI) foi inicialmente baixa para os dois anos agrícolas, não ultrapassando 3,1%. A população de plantas não influenciou na severidade inicial da doença e as plantas apresentaram maior porcentagem de AFI na semeadura mais precoce. A porcentagem de desfolha inicial, para épocas de semeadura e populações, foi de traços a 10%. A identificação da ferrugem da soja nos estágios iniciais é de grande importância, uma vez que nessa fase o controle químico apresenta maior eficiência.

Na Tabela 1 estão apresentados os modelos de ANOVA de cada caráter avaliado no ano agrícola 2009/2010. Os modelos aplicados (causas da variação: população de plantas (P), tratamentos com fungicidas (F), época de semeadura (E), e as interações P x F, P x E e P x F x E) foram significativos para a maioria das características agrônômicas. A principal fonte de variabilidade para os caracteres referentes ao desenvolvimento vegetativo da cultura ocorreu em decorrência da população de plantas. O tratamento com fungicidas foi a principal fonte de variabilidade das variáveis relacionadas com a severidade da ferrugem asiática (AFI, AACPD, vagens chochas por planta) e com a produtividade da cultura (produtividade e massa de 100 grãos). Com o tratamento fungicida azoxystrobina + ciproconazol (AZ + CP), doses recomendada e reduzida, melhor foi o controle da doença e menores as perdas de produtividade, conforme indicado pela comparação múltipla de médias. A época de semeadura foi a principal causa da variação somente para as variáveis, porcentagem de desfolha, número de nós na haste principal e número de ramos na haste principal, e os maiores valores foram observados na primeira época de semeadura.

Os resultados da análise fatorial realizada com os dados dos caracteres referentes a severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, no ano agrícola de 2009/2010, juntamente com suas respectivas análises de variância (ANOVA) e médias do teste de comparações múltiplas estão na Tabela 2. Três fatores foram responsáveis por 76% da variabilidade original contida nos dados e a ANOVA aplicada indicou efeito significativo da população de plantas, tratamentos com fungicidas, época de semeadura, e interação população de plantas e época de semeadura.

Tabela 1. Resultados da análise de variância e valores médios dos caracteres⁽¹⁾ referentes a severidade da ferrugem asiática, ao desenvolvimento vegetativo e a produção, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

	AFI 2 (%)	AFI 3 (%)	AACPD	DES (nota)	NHP	RHP	NMR	CMR (cm)	AP (cm)	AI (cm)	VP	VCP (%)	MCG	PG
ANOVA ⁽²⁾														
Causas da variação (Sign. % SQ) ⁽³⁾														
População de planta (P)	0,1 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,8 ^{ns}	1,3 ^{ns}	43,6***	82,4***	43,9***	55,2***	66,7**	52,2***	5,8**	3,6**	0,3 ^{ns}
Fungicidas (F)	51,1***	98,0***	44,3***	10,4*	1,0 ^{ns}	3,2 ^{ns}	3,3 ^{ns}	8,1*	0,3 ^{ns}	10,7**	7,6***	57,2***	80,1***	84,2***
Época de semeadura (E)	30,0***	-	38,3***	78,3**	76,0***	45,5***	4,8**	27,7***	40,8***	6,1**	34,4***	20,4***	0,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}
P x F	1,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,4 ^{ns}	5,1 ^{ns}	4,1 ^{ns}	4,4 ^{ns}	4,5 ^{ns}	7,5 ^{ns}	2,2 ^{ns}	9,2*	1,2 ^{ns}	3,7 ^{ns}	3,4 ^{ns}	1,1 ^{ns}
P x E	0,3 ^{ns}	-	0,4 ^{ns}	2,1 ^{ns}	6,4*	1,6 ^{ns}	1,3 ^{ns}	4,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,2 ^{ns}	4,9*	6,2***	5,9***
F x E	14,7***	-	13,7***	0,8 ^{ns}	4,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,8 ^{ns}	3,9 ^{ns}	2,8*	5,4 ^{ns}	0,2 ^{ns}	4,3*
P x F x E	2,3 ^{ns}	-	1,8 ^{ns}	1,5 ^{ns}	7,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}	3,6 ^{ns}	6,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,6 ^{ns}	2,6 ^{ns}	6,4*	3,0 ^{ns}
Comparações de médias ⁽⁴⁾ para população de plantas														
160.000	36,7	32,3	488,5	3,3	13,9	7,9 a	5,6 a	50,2 a	64,7 c	22,5 c	57,3 a	36,4 a	11,2 b	1.198
280.000	36,4	32,5	485,7	3,4	14,0	6,8 b	4,4 b	46,4 b	74,5 b	26,5 b	39,9 b	33,2 b	11,6 a	1.225
400.000	37,4	32,4	501,8	3,5	13,8	6,1 c	3,8 c	40,6 c	81,0 a	28,6 a	34,1 c	32,8 b	11,2 b	1.171
Comparações de médias para fungicidas														
Testemunha	47,6 a	46,4 a	628,5 a	3,7 a	13,9	7,1	4,7	47,3 ab	72,8	27,5 a	39,1 c	41,9 a	10,5 b	791 c
50% AZ + CP	26,5 b	19,6 c	363,8 b	3,3 ab	13,9	7,1	4,6	45,3 ab	73,7	25,0 b	48,6 a	29,2 c	12,1 a	1.495 a
100% AZ + CP	23,9 b	20,0 c	329,7 b	3,1 b	13,8	6,6	4,5	44,6 ab	73,0	24,7 b	47,8 ab	27,8 c	12,5 a	1.675 a
50% TB	43,5 a	40,4 ab	573,3 a	3,6 ab	13,9	7,0	4,8	48,0 a	73,3	25,6 ab	42,0 bc	36,4 b	10,8 b	980 bc
100% TB	42,8 a	37,7 b	564,9 a	3,3 ab	13,8	6,8	4,4	43,4 b	74,2	26,5 ab	41,5 c	35,4 b	10,8 b	1.049 b
Comparações de médias para época de semeadura														
Outubro	44,3 a	-	604,5 a	4,0 a	14,4 a	7,7 a	4,8 a	48,9 a	79,1 a	25,1 b	51,8 a	37,2 a	11,4	1.158
Novembro	29,4 b	-	379,6 b	2,8 b	13,4 b	6,2 b	4,4 b	42,6 b	67,7 b	26,6 a	35,8 b	31,1 b	11,3	1.238

⁽¹⁾ AFI 2, área foliar infectada antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas; AFI 3, área foliar infectada 15 dias após a 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas; AACPD, área abaixo da curva de progresso da doença; DES, nota de desfolha antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas; NHP, número de nós na haste principal; RHP, número de ramos na haste principal; NMR, número de nós no maior ramo; CMR, comprimento do maior ramo; AP, altura de plantas; AI, altura de inserção da primeira vagem; VP, vagens por planta; VCP, porcentagem de vagens chochas por planta; MCG, massa de 100 grãos; PG, produtividade de grãos. ⁽²⁾ Níveis de significância, * p ≤ 0,05, ** p ≤ 0,01, *** p ≤ 0,001 e ^{ns} não significativo. ⁽³⁾ % SQ, porcentagem da soma de quadrados total. ⁽⁴⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Resultados da análise de fatores, análise de variância e do teste de comparação de médias dos caracteres avaliados, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

Fatores	F1	F2	F3
Nº de ramos na haste principal	0,86⁽¹⁾	0,14	0,21
Nº de nós no maior ramo	0,90	0,15	-0,20
Comprimento do maior ramo	0,77	0,13	0,18
Nº de vagens por planta	0,88	-0,20	0,10
Altura de inserção da primeira vagem	-0,80	0,23	0,24
Massa de 100 grãos	0,04	-0,90	0,06
Produtividade de grãos	0,05	-0,91	-0,11
Área foliar infectada 2	0,18	0,70	0,39
AACPD	-0,34	0,66	-0,52
Porcentagem de vagens chochas por planta	0,26	0,74	0,17
Nº de nós na haste principal	0,45	0,13	0,67
Altura de plantas na maturidade	-0,31	-0,02	0,89
Porcentagem de desfolha	0,12	0,23	0,75
Variância explicada (%)	33	26	17
ANOVA⁽²⁾			
Causas da variação	Sign. % SQ ⁽³⁾	Sign. % SQ	Sign. % SQ
População de plantas (P)	68,7***	0,9 ^{ns}	20,2***
Fungicidas (F)	2,3 ^{ns}	90,7***	0,2 ^{ns}
Época de semeadura (E)	24,5***	0,1 ^{ns}	76,3***
P x F	2,2 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,9 ^{ns}
P x E	0,4 ^{ns}	3,6***	0,1 ^{ns}
F x E	0,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,4 ^{ns}
P x F x E	1,2 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,9 ^{ns}
Comparações de médias⁽⁴⁾ para população de plantas			
160.000	a__	a__	__c
280.000	_b_	a__	_b_
400.000	__c	a__	a__
Comparações de médias para fungicidas			
Testemunha	a__	a__	a__
50% AZ + CP	a__	__c	a__
100% AZ + CP	a__	__c	a__
50% TB	a__	_b_	a__
100% TB	a__	_b_	a__
Comparações de médias para época de semeadura			
Outubro	a__	a__	a__
Novembro	_b_	a__	_b_

Coefficientes dos fatores em negrito foram usados para a interpretação. ⁽²⁾ Níveis de significância, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ e ^{ns} não significativo. ⁽³⁾ % SQ, porcentagem da soma de quadrados total. ⁽⁴⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O primeiro fator independente (F1) foi responsável por 33% da variabilidade original (Tabela 2). Ele mostra uma correlação positiva entre um grupo de características que indicam elevado desenvolvimento vegetativo (número de ramos, número de nós no maior ramo, comprimento do maior ramo) e um dos principais componentes de rendimento de grãos da soja (número de vagens por planta) e é negativamente

correlacionado com a altura de inserção da primeira vagem. A ANOVA indica que dois terços desta variabilidade foram devido às mudanças através das populações de plantas. O primeiro fator reflete dois processos: por um lado, quanto menor a população de plantas utilizada, maior o desenvolvimento vegetativo das plantas, com aumento no número de ramos, no número de nós no maior ramo e no comprimento do maior

ramo, e, maior o número de vagens por planta; por outro lado, com a redução da população de plantas houve também redução na altura de inserção da primeira vagem. Ressalta-se, entretanto, que esta característica apresenta-se dentro dos padrões estabelecidos por Sedyama et al. (1999) para a colheita mecânica eficiente com baixo índice de perdas. 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.

Quase um terço da variação de F1 deve-se a diferenças no manejo relacionadas à época de semeadura. Na semeadura realizada em outubro de 2009 foi observado maior desenvolvimento de plantas com melhor desempenho dos caracteres agrônômicos, exceto a altura de inserção da primeira vagem.

Mais de 25% da variabilidade dos dados é representada pelo segundo fator (F2). Ele indica que a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos estão correlacionadas negativamente com a porcentagem de área foliar infectada 15 dias após a primeira pulverização dos tratamentos fungicidas, a AACPD e a porcentagem de vagens chochas por planta. Neste fator ficaram condensadas as informações relacionadas a severidade da doença e ao rendimento da cultura, refletindo a importância do controle eficiente na produtividade.

Os tratamentos com fungicidas são responsáveis por mais de 90% da variabilidade do segundo fator, e menos de cinco por cento devem-se a interação população de plantas e época de semeadura. O efeito dos tratamentos com fungicidas foi resultado do maior controle da doença com a aplicação de AZ + CP, nas suas doses recomendada e reduzida, em relação aos tratamentos com tebuconazol (TB) e testemunha. A aplicação da mistura estrobilurina + triazol (AZ + CP) conferiu redução significativa na AACPD

em relação à aplicação isolada do triazol (TB). Esses resultados concordam com os obtidos por Meneghetti 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.

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. A maior massa de grãos, associada a menores porcentagens de vagens chochas por planta, com a pulverização do fungicida AZ + CP resultaram em produtividades significativamente maiores.

Na semeadura de outubro, com a redução da população de plantas, verifica-se melhor controle da ferrugem asiática da soja, com menores níveis de AFI, AACPD e porcentagem de vagens chochas por planta, e maiores valores de produtividade e massa de 100 grãos. Na maior população de plantas, a severidade da doença foi maior na semeadura realizada em outubro com reflexos negativos na produtividade da cultura (Figura 2).

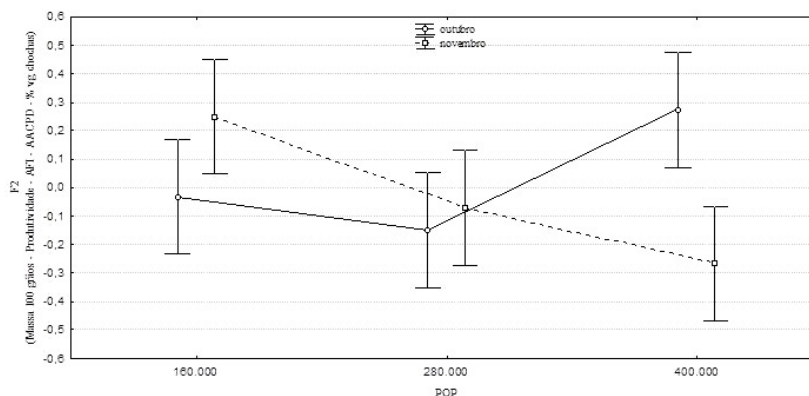


Figura 2. Variação dos caracteres do segundo fator independente (F2) em função da interação significativa entre população de plantas e épocas de semeadura, ano agrícola de 2009/2010. Jaboticabal, SP.

O terceiro fator (F3) representa 17% da variabilidade dos dados, e, indica que a altura de plantas, o número de nós na haste principal e a desfolha se correlacionam positivamente (Tabela 2).

Para o ano agrícola de 2010/2011, os modelos de ANOVA aplicados aos parâmetros avaliados (causas da variação: população de plantas (P), tratamentos com fungicidas (F), época de semeadura (E), e as interações P x F, P x E e P x F x E) foram significativos para a maioria das características avaliadas (Tabela 3). Neste ano agrícola, a época de semeadura foi a principal fonte de variabilidade dos caracteres que indicam a severidade da ferrugem asiática da soja, e, dos caracteres número de nós e de ramos na haste principal e altura de plantas. Verificou-se maior severidade da doença nas plantas de soja da época de semeadura outubro e maiores valores destes caracteres do desenvolvimento vegetativo. Para as variáveis relacionadas com a produção e produtividade da cultura, a principal fonte de variabilidade ocorreu em decorrência dos tratamentos com fungicidas. O tratamento com as doses recomendada e reduzida de AZ + CP proporcionou a produção de maior número de vagens por planta e massa de grãos, menor número de vagens chochas, além de maior controle da doença, refletindo assim em produtividades superiores. A população de plantas foi a principal causa da variação somente para as variáveis, número de nós no maior ramo e comprimento do maior ramo, com os maiores valores observados na menor população.

Para as variáveis, área foliar infectada antes da terceira pulverização, área abaixo da curva de progresso da doença, número de ramos, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de vagens chochas e produtividade de grãos, a interação tratamentos com fungicidas e época de semeadura foi significativa e para todos os fungicidas e testemunha na semeadura realizada em outubro, maiores foram os valores dos caracteres relacionados a severidade da ferrugem e menores os números de vagens por planta e produtividade. A interação entre população de plantas e época de semeadura foi significativa para o número de nós no maior ramo, o número de vagens e a porcentagem de vagens chochas por planta. Com a redução da população de plantas, em ambas as épocas de semeadura, maiores foram os valores destas variáveis.

Os resultados da análise multivariada realizada para o ano agrícola de 2010/2011,

juntamente com suas respectivas ANOVA e médias do teste de comparações múltiplas estão na Tabela 4. As informações contidas nas variáveis originais analisadas foram condensadas em um conjunto de três fatores principais, responsáveis por 82% da variabilidade dos dados. A ANOVA revela efeito significativo da população de plantas, tratamentos com fungicidas, época de semeadura, e interações população de plantas e época de semeadura e tratamentos com fungicidas e época de semeadura.

O primeiro fator (F1) é responsável por 40% da variabilidade dos dados e é uma medida da severidade da doença e produtividade da cultura. Quase dois terços da variabilidade deste fator deveu-se a época de semeadura, com maior produção de vagens e produtividade correlacionadas positivamente com a segunda época de semeadura. Mais de um terço da variação de F1 deveu-se a diferenças no manejo relacionadas aos tratamentos com fungicidas.

O melhor controle da doença foi verificado com o tratamento fungicida AZ + CP, dose recomendada. Por outro lado, com o uso de TB, dose reduzida, o controle foi menos eficiente, igualando-se a testemunha sem fungicidas, com maiores níveis de severidade da ferrugem e desfolha, e menores valores de vagens por planta e de produtividade de grãos. Menos de 1% da variabilidade desse fator foi devido a população de plantas, com aumento no controle da ferrugem asiática da soja com a redução da população. 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.

Em ambas as épocas de semeadura, os tratamentos com o fungicida TB não diferiram do tratamento testemunha e promoveram controle inferior da ferrugem com redução na produtividade de grãos. 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.

Tabela 3. Resultados da análise de variância e valores médios dos caracteres⁽¹⁾ referentes a severidade da ferrugem asiática, ao desenvolvimento vegetativo e a produção, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

	AFI 2 (%)	AFI 3 (%)	AACPD	DES (nota)	NHP	RHP	NMR	CMR (cm)	AP (cm)	AI (cm)	VP	VCP (%)	MCG	PG
ANOVA ⁽²⁾														
Causas da variação (Sign. % SQ) ⁽³⁾														
População de planta (P)	1,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	3,6 ^{**}	11,7 ^{***}	31,3 ^{***}	75,3 ^{**}	86,9 ^{***}	42,5 ^{***}	8,0 ^{***}	19,1 ^{***}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}
Fungicidas (F)	28,9 ^{***}	28,1 ^{***}	25,1 ^{***}	11,0 ^{***}	0,8 ^{ns}	6,7 ^{**}	9,4 ^{**}	1,9 ^{ns}	1,6 ^{ns}	43,3 ^{***}	65,3 ^{***}	47,2 ^{***}	80,8 ^{***}	54,6 ^{***}
Época de semeadura (E)	54,3 ^{***}	66,3 ^{***}	68,2 ^{***}	80,8 ^{***}	83,1 ^{***}	41,6 ^{***}	1,9 [*]	2,3 [*]	48,3 ^{***}	32,0 ^{***}	4,8 ^{***}	43,5 ^{***}	16,8 ^{***}	40,4 ^{***}
P x F	4,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,6 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,1 ^{ns}	7,3 ^{ns}	2,6 ^{ns}	2,4 ^{ns}	3,5 ^{ns}	3,5 [*]	0,9 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,6 ^{ns}
P x E	2,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,8 ^{ns}	6,4 ^{**}	2,4 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	4,4 ^{***}	1,5 [*]	0,2 ^{ns}	0,5 ^{ns}
F x E	4,3 ^{ns}	4,8 ^{***}	4,2 ^{***}	1,7 ^{ns}	0,8 ^{ns}	10,2 ^{**}	1,8 ^{ns}	1,4 ^{ns}	0,3 ^{ns}	11,8 ^{***}	4,6 ^{***}	4,0 [*]	0,2 ^{ns}	3,0 ^{***}
P x F x E	4,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,6 ^{ns}	2,7 ^{ns}	1,8 ^{ns}	1,3 ^{ns}	0,9 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,6 ^{ns}
Comparações de médias ⁽⁴⁾ para população de plantas														
160.000	11,2	25,6	367,6	3,2 b	18,1 a	7,0 a	5,1 a	51,2 a	94,0 c	29,3 b	51,6 a	14,3	11,6	1.132
280.000	11,2	26,1	373,9	3,3 b	17,5 b	6,0 b	3,7 b	33,9 b	102,1 b	33,2 a	38,6 b	13,6	11,5	1.145
400.000	12,9	26,8	405,5	3,5 a	17,2 b	5,5 c	3,5 b	30,1 b	106,9 a	33,4 a	38,3 b	14,1	11,5	1.061
Comparações de médias para fungicidas														
Testemunha	16,9 a	36,3 a	532,5 a	3,6 a	17,6	5,8 b	3,8 b	35,9	99,6	37,1 a	30,2 c	18,3 a	10,2 b	603 b
50% AZ + CP	7,7 c	14,1 b	232,4 c	3,1 b	17,7	6,5 a	4,4 a	39,4	101,1	26,8 c	57,1 a	8,0 b	13,2 a	1.708 a
100% AZ + CP	8,0 c	12,8 b	225,8 c	3,0 b	17,7	6,4 ab	4,4 a	39,4	102,7	26,8 c	56,2 a	8,4 b	13,5 a	1.835 a
50% TB	14,7 ab	36,2 a	502,5 a	3,5 a	17,6	5,9 ab	4,0 ab	38,0	101,2	34,7 ab	33,4 bc	18,7 a	10,3 b	666 b
100% TB	11,6 bc	31,3 a	418,5 b	3,5 a	17,5	6,1 ab	3,9 ab	39,3	100,3	34,4 b	37,3 b	16,6 a	10,5 b	751 b
Comparações de médias para época de semeadura														
Outubro	16,8 a	42,3 a	597,7 a	4,0 a	18,5 a	6,9 a	4,2 a	39,9 a	106,7 a	35,7 a	39,7 b	9,4 b	12,2 a	647 b
Novembro	6,8 b	10,0 b	167,0 b	2,7 b	16,7 b	5,4 b	4,0 b	36,9 b	95,3 b	28,2 b	45,9 a	18,6 a	10,9 b	1.579 a

⁽¹⁾ AFI 2, área foliar infectada antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas; AFI 3, área foliar infectada antes da 3ª pulverização com os tratamentos fungicidas; AACPD, área abaixo da curva de progresso da doença; DES, nota de desfolha antes da 2ª pulverização com os tratamentos fungicidas; NHP, número de nós na haste principal; RHP, número de ramos na haste principal; NMR, número de nós no maior ramo; CMR, comprimento do maior ramo; AP, altura de plantas; AI, altura de inserção da primeira vagem; VP, vagens por planta; VCP, porcentagem de vagens chochas por planta; MCG, massa de 100 grãos; PG, produtividade de grãos. ⁽²⁾ Níveis de significância, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ e ^{ns} não significativo. ⁽³⁾ % SQ, porcentagem da soma de quadrados total. ⁽⁴⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resultados da análise de fatores, análise de variância e do teste de comparação de médias dos caracteres avaliados, em soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pulverizada com duas doses dos fungicidas azoxystrobina + ciproconazol + óleo mineral (AZ + CP + OM) e tebuconazol (TB), cultivada em diferentes populações de plantas e em duas épocas de semeadura, ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Fatores	F1	F2	F3
Área foliar infectada 3	-0,95⁽¹⁾	0,06	0,07
AACPD	-0,94	0,02	0,12
Porcentagem de desfolha	-0,84	-0,03	0,26
Nº de nós na haste principal	-0,58	0,47	0,50
Altura de inserção da primeira vagem	-0,86	-0,28	-0,10
Nº de vagens por planta	0,66	0,56	0,35
Produtividade de grãos	0,91	-0,04	0,22
Nº de ramos na haste principal	-0,23	0,74	0,37
Nº de nós no maior ramo	0,13	0,94	0,06
Comprimento do maior ramo	0,03	0,95	-0,04
Porcentagem de vagens chochas por planta	0,10	-0,11	-0,90
Massa de 100 grãos	0,25	0,16	0,90
Altura de plantas na maturidade	-0,45	-0,29	0,60
Variância explicada (%)	40	28	14
ANOVA⁽²⁾			
Causas da variação	Sign. % SQ ⁽³⁾	Sign. % SQ	Sign. % SQ
População de plantas (P)	0,6*	82,7***	3,4***
Fungicidas (F)	37,5***	2,3 ^{ns}	59,2***
Época de semeadura (E)	59,9***	5,1***	34,5***
P x F	0,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,6 ^{ns}
P x E	0,1 ^{ns}	3,7***	0,2 ^{ns}
F x E	1,6***	3,3 ^{ns}	0,4 ^{ns}
P x F x E	0,1 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}
Comparações de médias⁽⁴⁾ para população de plantas			
160.000	a__	a__	_b_
280.000	ab_	_b_	a__
400.000	_b_	_c	a__
Comparações de médias para fungicidas			
Testemunha	_c	a__	_b_
50% AZ + CP	_b_	a__	a__
100% AZ + CP	a__	a__	a__
50% TB	_c	a__	_b_
100% TB	_b_	a__	_b_
Comparações de médias para época de semeadura			
Outubro	_b_	a__	a__
Novembro	a__	_b_	_b_

Coefficientes dos fatores em negrito foram usados para a interpretação. ⁽²⁾ Níveis de significância, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ e ^{ns} não significativo. ⁽³⁾ % SQ, porcentagem da soma de quadrados total. ⁽⁴⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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).

Para todos os tratamentos com fungicidas, a semeadura realizada em novembro de 2010 proporcionou maior número de vagens e produtividade e menores severidades da doença,

número de nós na haste principal e altura de inserção da primeira vagem (Figura 3a).

O fator F2 representa mais 28% da variabilidade dos dados. Ele indica uma correlação positiva entre os caracteres do desenvolvimento vegetativo das plantas, número de ramos principal, número de nós no maior ramo e comprimento do maior ramo. A maioria da variabilidade deveu-se a população de plantas (83%), com aumento dos valores destes caracteres com a redução da população. Explicando 5% da variabilidade do fator, a época de semeadura outubro apresentou maior desenvolvimento de plantas com melhor desempenho dos caracteres agrônômicos. A interação população de plantas e época de semeadura explica pouco mais de 3% da variabilidade dos dados (Figura 3b). Na população de 160.000 plantas ha^{-1} , nas duas épocas de semeadura, foram observados os maiores valores do número de ramos, número de nós no maior ramo e comprimento do maior ramo. Sabe-se que a soja é uma cultura que tolera ampla variação na população de plantas, alterando mais

a sua morfologia do que o seu rendimento de grãos (PEIXOTO, 2000).

Quase 15% da variabilidade dos dados no segundo ano agrícola é representada pelo terceiro fator (F3). A massa de 100 grãos correlaciona-se negativamente com a porcentagem de vagens chochas por planta e positivamente com a altura de plantas. A ANOVA indica que aproximadamente dois terços desta variabilidade foram devido às influências dos tratamentos com fungicidas; um terço, as variações na época de semeadura e uma pequena parte é explicada pelas variações populacionais. A altura de plantas foi em média de 101 cm e apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos por Sediya et al. (1999) para a colheita mecânica eficiente. Com a pulverização do fungicida AZ + CP, menores porcentagens de vagens chochas por planta possibilitaram a obtenção de maiores massas de 100 grãos. A época de semeadura novembro favoreceu a formação de maior número de vagens chochas, e, assim, menor massa de grãos.

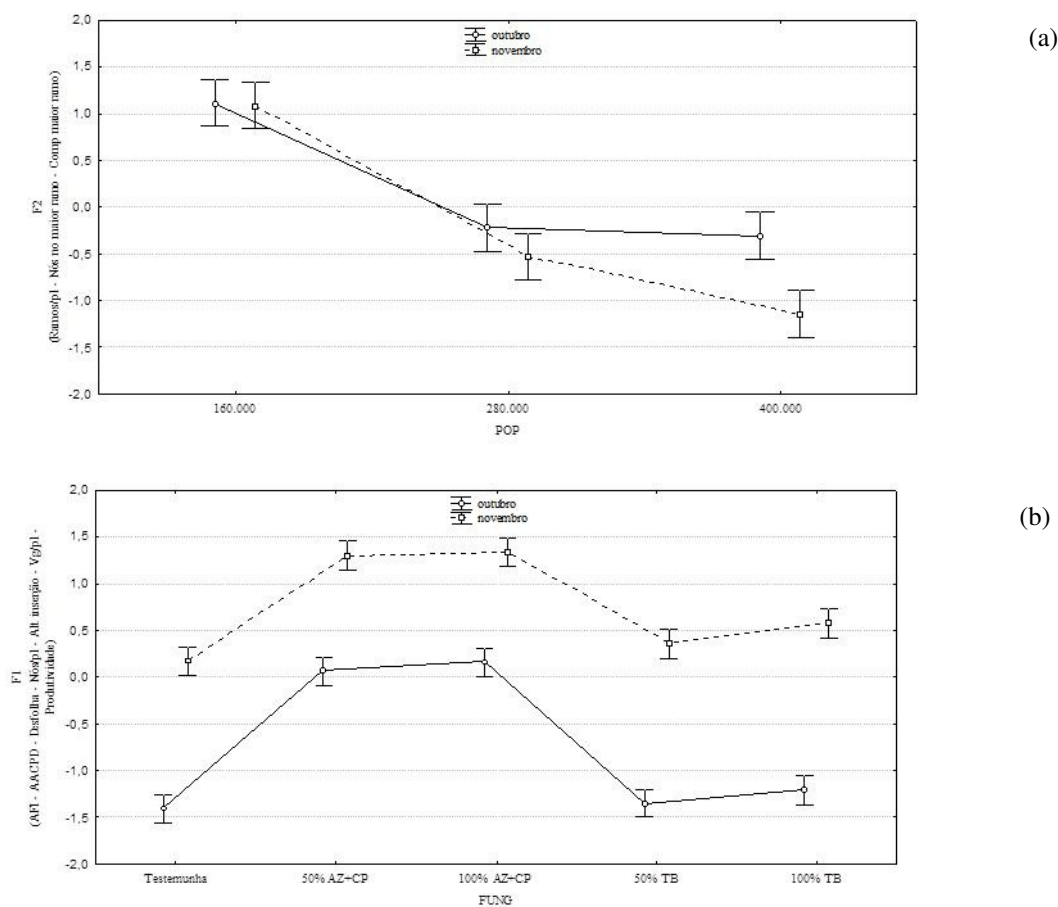


Figura 3. Variação dos caracteres em função das interações significativas entre tratamento com fungicidas e época de semeadura, primeiro fator independente (F1) (a), e, entre população de plantas e épocas de semeadura, segundo fator independente (F2) (b), ano agrícola de 2010/2011. Jaboticabal, SP.

No geral, densidades de plantas menores não modificam 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.

CONCLUSÕES

O fungicida azoxystrobina + ciproconazol, nas doses de 100 e 50% da dose recomendada, proporciona melhor controle da ferrugem asiática da soja, com reflexos positivos na produtividade de grãos.

A população de plantas de soja, cultivar MG/BR-46 (Conquista), pode ser reduzida até 160 mil plantas ha⁻¹ sem prejuízos do controle da

doença e da produtividade de grãos, além de proporcionar aumento do número de nós e de ramos na haste na principal, número de nós no maior ramo, e comprimento do maior ramo, caracteres que estão relacionados ao desenvolvimento vegetativo das plantas.

Apesar da semeadura mais precoce, no geral, proporcionar aumento dos caracteres relacionados ao desenvolvimento das plantas, na semeadura mais tardia houve melhor controle da doença.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor (Processo n° 08/54225-5) e pelo auxílio regular à pesquisa (Processo n° 08/54224-9) recebido para execução deste trabalho.

ABSTRACT: Soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow is one of the major diseases of the soybean crop. The aim of this study was to evaluate the effects of sowing dates, plant populations and reduced doses of fungicides on soybean rust severity and its effects on plant development and yield, cultivar MG/BR-46 (Conquista). Field experiments were conducted in the 2009/2010 and 2010/2011 harvests, under natural rust infestation of soybean rust. As from the appearance of the first disease symptoms, also began the fungicide spraying and the disease severity assessments. To understand the nature and extent of the effects of different treatments, a multivariate analysis of factors was applied. For the majority of the agronomic characters and factors, one-third to two-thirds of their variability can be explained by changes in plant populations or by differences in the fungicide treatments, and the remainder, was explained by sowing date variations. The fungicide treatments and sowing dates are determinants in disease severity and its interference on crop productivity. The characters of plant growth are more dependent on plant population variations. Treatments with azoxystrobina + ciproconazol promoted smaller disease severities, reflecting in productivity increase. The plant populations can be reduced up to 160.000 plants ha⁻¹ without losses in the disease control and the soybean yield. In general, the earliest sowings provided increase in the plant development, although the rust control was less efficient.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill. *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow. Plant populations. Fungicides. Sowing dates. AUDPC.

REFERÊNCIAS

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

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

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, segundo levantamento, novembro/2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> Acesso em: 08 nov. 2011.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; ROMÁN, R. A. A. Características agronômicas 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.

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

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

GODOY, C. V.; 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.

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

KIM, J. O.; MUELLER, C. W. **Factor analysis. Statistical methods and practical issues**. CA: Sage Publications, Beverly Hills, 1978. 8p.

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.

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

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. 20p.

SEAL, H. L. **Multivariate statistical analysis for biologists**. Mathuen, London, 1964. 209p.

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.

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.

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.

Potencial do manejo integrado...

BARBOSA, G. F.; CENTURION, M. A. P. C.; FERRAUDO, A. S.

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.

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

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.