

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DEPÓSITOS DE PULVERIZAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
SEMEADURA DE SOJA NO MANEJO DA FERRUGEM ASIÁTICA**

CAIO ALEXANDRE FERREIRA MOREIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Agricultura)

BOTUCATU – SP
Agosto – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DEPÓSITOS DE PULVERIZAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
SEMEADURA DE SOJA NO MANEJO DA FERRUGEM ASIÁTICA**

CAIO ALEXANDRE FERREIRA MOREIRA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano
Co-orientador: Mário Henrique F. A. Dal Pogetto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Agricultura)

BOTUCATU – SP
Agosto – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
- SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA

- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M838d Moreira, Caio Alexandre Ferreira, 1987-
Depósito de pulverização em diferentes sistemas de se-meadura de soja no manejo da ferrugem asiática / Caio Alexandre Ferreira Moreira.
- Botucatu : [s.n.], 2013

vi, 46 f. : tabs., ils., grafs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Carlos Gilberto Raetano

Coorientador: Mário Henrique F. A. Dal Pogetto

Inclui bibliografia

1. Defensivos vegetais - Tecnologia de aplicação. 2. Fitossanidade.
3. Ferrugem da soja (Doença). 4. Soja - Doenças e pragas - Controle. I.
Raetano, Carlos Gilberto. II. Dal Pogetto, Mário Henrique F. A. III.
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

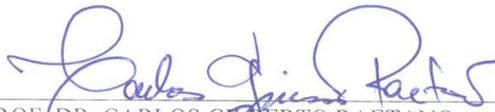
TÍTULO: “DEPÓSITOS DE PULVERIZAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
SEMEADURA DE SOJA NO MANEJO DA FERRUGEM ASIÁTICA”

ALUNO: CAIO ALEXANDRE FERREIRA MOREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

CO-ORIENTADOR: PROF.DR.MÁRIO HENRIQUE FERREIRA DO AMARAL DAL POGETTO

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS



PROF. DR. RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Data da Realização: 02 de agosto de 2013.

Dedico esse trabalho aos meus pais Eliani de
Azambuja Ferreira e Luiz Cláudio Moreira,
aos meus irmãos Claudinho e Guto , meus avós Ivone
e Anísio, as minhas cunhadas Dulce e Lívia
e ao meu sobrinho Davi
por estarem sempre ao meu lado
me apoiando e incentivando para concluir mais essa
etapa em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por cuidar da minha vida e por estar sempre abençoando o meu caminho;

Aos meus pais Eliani e Luiz Cláudio, por todos os ensinamentos, educação, carinho, amizade, dedicação e principalmente o grande incentivo aos estudos e por sempre acreditarem em mim e me apoiarem em mais essa etapa em minha vida;

Aos meus irmãos Claudinho e Guto, por sempre se preocuparem comigo, pelo o incentivo e pela cumplicidade e carinho;

Aos meu avós Anísio e Ivone, pelo carinho e incentivo em todo momento de minha vida;

As minhas cunhadas Livia e Dulce, que mesmo longe sempre estiveram me incentivando;

Ao meu sobrinho Davi por sempre me divertir mesmo estando longe;

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, por todos os ensinamentos, amizade e confiança depositada em mim, que proporcionaram a realização deste trabalho;

Ao meu grande amigo e Co-orientador Dr. Mário Henrique Dal Pogetto, por todos ensinamentos, amizade e cumplicidade que proporcionaram a realização deste trabalho.

A minha namorada Ana Cláudia, por ter me aturado durante todo o tempo em que eu estava realizando esse trabalho e pela compreensão, amor e carinho dado;

Aos grandes amigos e companheiros de equipe de trabalho Saulo (Mancebo), Guilherme (Xiling), Rafael (Xuranha), Mário (Fid rola), Evandro (Biludo) e Denise (Sacolinha) por todas as risadas, conversas e pelas inúmeras horas de trabalho;

Ao meu grande amigo Rafael Christovam (Indiã) por ter me incentivado a fazer o mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida para a realização desse trabalho;

Aos amigos de república, Alisson (Maçã), Magnum (Buxudo), Tiago (Goiano) e Felipe (O último dos apaixonados) pelo companheirismo e verdadeira amizade demonstrada sempre;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa de Botucatu, em especial aos funcionários Mário, Cido Abeia, Flávio e Seu Toninho por toda ajuda e ensinamentos.

Ao Departamento de Produção Vegetal (Agricultura), por toda ajuda e apoio;

Aos meus amigos de Pós-Graduação, que estiveram comigo nesse trajeto por todos os bons momentos que vivemos

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura) e aos docentes do Departamento Proteção Vegetal, pelos ensinamentos fundamentais para a minha formação;

À Faculdade de Ciências Agronômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista, *Câmpus* de Botucatu, por todo apoio que me foi dado.

Muito Obrigado!

“ Seja humilde, e permanecerás íntegro.

Curva-te, e permanecerás ereto.

Esvazia-te, e permanecerás repleto.

Gasta-te, e permanecerás novo.

O sábio não se exhibe, e por isso brilha.

Ele não se faz notar, e por isso é notado.

Ele não se elogia, e por isso tem mérito.

E, porque não está competindo, ninguém no mundo pode
competir com ele”.

Lao Tse.”

SUMÁRIO

1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1 A cultura da soja.....	8
4.2 Sistemas de semeadura da soja.....	11
4.3 Ferrugem asiática.....	13
4.4 Tec. de aplicação de produtos fitossanitários.....	15
5 MATERIAL E MÉTODO.....	18
5.1 Experimento 1: Quantificação dos depósitos da pulverização.....	18
5.2 Experimento 2 :Avaliação do controle da ferrugem asiática da soja.....	23
5.3 Avaliação do número de vagem por planta, peso de mil grãos e produtividade.....	25
5.4 Análise estatística.....	27
6 RESULTADO E DISCUSSÕES.....	27
6.1 Quantificações dos depósitos das pulverizações.....	27
6.2 Avaliação da AACPD.....	31
6.3 Número de vagens por planta, peso de mil grãos e produtividade.....	36
7 CONCLUSÕES.....	40
8 REFERÊNCIAS.....	41

1 RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de novos sistemas de semeadura além de diferentes técnicas de pulverização sobre os depósitos da pulverização e no controle da ferrugem asiática da soja visando à sustentabilidade da cultura. Dois experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2012/2013 na área experimental da FCA/UNESP – Campus de Botucatu. Um experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com 8 tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 4 x 2, quatro sistemas de semeadura : convencional (CV), linha dupla (LD), Linha Cruzada (LC) e adensado (AD) e duas tecnologias de aplicação: com assistência de ar (AA) com capacidade máxima de rotação do ventilador e sem assistência de ar (AA) associada à barra de pulverização. Foram selecionadas 10 plantas ao acaso no centro de cada parcela. De cada planta foi cortado na região do pecíolo um folíolo da parte superior (topo das plantas) com maior exposição à pulverização e outro folíolo na parte inferior (último folíolo da parte inferior das plantas). Para avaliação dos depósitos, o corante Azul Brilhante (FD&C n° 1) foi usado como marcador e a quantificação dos depósitos feito por espectrofotometria. Outro experimento foi conduzido no mesmo local do experimento anterior. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com 12 tratamentos, distribuídos no esquema fatorial 4 x 2 (quatro sistemas de semeadura utilizados no primeiro experimento e duas tecnologias de aplicação: com AA e sem AA, mais uma testemunha para cada tratamento). Nos estádios de desenvolvimento R2 e R4 foi pulverizado o fungicida trifloxistrobina associado com prothioconazol a 146 L ha⁻¹. Para avaliação de severidade da ferrugem asiática da soja foram avaliados visualmente 20 folíolos da parte médio-inferior da planta e foram atribuídas notas de porcentagem da área lesionada pela doença utilizando escala diagramática. Também foram avaliados,

número de vagens por planta, mensurado o peso de mil grãos (PMG) e a produtividade. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste T (LSD) a 5% de probabilidade. Os sistemas de semeadura CV, LD, AD e LC, bem como a assistência de ar associada à barra de pulverização não influenciaram sobre os níveis de depósitos da pulverização e no controle fitossanitário de *P. pachyrhizi*. Não houve influência da tecnologia de pulverização e dos sistemas de semeadura sobre o número de vagens, peso de mil grãos, e produtividade. Os indicadores Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e incremento de produtividade apontam benefícios para adoção do sistema de semeadura em linhas cruzadas (LC).

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, manejo fitossanitário, controle químico, doença.

SPRAY DEPOSITS ON SOYBEAN PLANTS UNDER DIFFERENT SOWING SYSTEMS FOR ASIAN SOYBEAN RUST MANAGEMENT. Botucatu, 2013. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CAIO ALAXANDRE FERREIRA MOREIRA

Adviser: CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

This study aimed to evaluate the effect of new cropping systems as well as different spraying techniques on deposits of spray and control of Asian soybean rust aiming at sustainability culture. Two experiments were carried out in the agricultural year 2012/2013 in the experimental area of the FCA/UNESP - Botucatu. The first experiment was carried out in randomized blocks with eight treatments and four replications, totaling 32 plots. The treatments were arranged in a 4 x 2 factorial design, four sowing systems: conventional (CV), double lines (LD), Crossed lines (LC), high density (HD) and two application technologies: with air assistance (AA) with maximum fan rotation and without air assistance (AA) along the spray boom. Ten plants were selected at random in the center of each plot, which were cut, the petiole one leaflet from the top (top of the plants) with greater exposure to spraying and other leaflets in the bottom (top leaflet of the lower part of the plants). For evaluation of spray deposits the tracer Brilliant Blue dye (FD & C 1) was used. The spray deposits quantification was made by spectrophotometry. A second experiment was carried out in the same place of the previous experiment. The experimental design was randomized blocks with 12 treatments distributed in a factorial scheme 4 x 3 (four sowing systems used in the first experiment and two application technologies: with AA, without AA and a control for each treatment). In the growth stages R2 and R4, the fungicide trifloxystrobin associated with prothioconazol was sprayed at 146 L ha⁻¹. To assess Asian soybean rust disease severity were evaluated visually 20 leaflets from the bottom-half of the plant and notes attributed to percentage of lesion area by using diagrammatic grade scale of disease. Also were evaluated the number of pods per plant, measured the weight of a thousand grains (WTG) and soybean productivity. The results were submitted to analysis of variance (F test), and the means compared by t test (LSD) at 5% of

probability. Sowing systems CV, LD, HD and LC as well as the air assistance along the spray boom no influenced on spray deposit levels and the control of *P. pachyrhizi*. There was no influence of spray technology and sowing systems on pods number, grain weight, and yield. The indicators Area Under of the Disease Progress Curve (AUDPC) and increase of field yield show benefits for adoption of the sowing system in crossed lines (LC).

Keywords: application technology, phytosanitary management, chemical control, disease.

3 INTRODUÇÃO

Desde o início do cultivo da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no Brasil, o crescimento da cultura sempre esteve relacionado com os avanços das pesquisas e a descoberta de tecnologias diretamente ligadas ao setor produtivo.

A soja é a cultura com maior área de semeadura no Brasil e conseqüentemente de maior importância econômica para o país à medida que é responsável pela exportação de grãos e de derivados. No contexto das grandes culturas produtoras de grãos, a soja foi a que mais cresceu em termos percentuais nos últimos 37 anos, tanto no Brasil quanto em nível mundial (DALL'AGNOLL & HIRAKURI, 2008).

A cultura da soja por apresentar características de alta plasticidade pode sofrer tais modificações como na população de plantas e espaçamento entre linhas (HEIFFIG, 2002). Essas modificações podem estabelecer um melhor arranjo visando sempre atingir o potencial máximo de produtividade da cultura (PARCIANELLO et al., 2004).

A variação na densidade e no espaçamento proporciona uma maior ou menor penetração da luz no dossel da cultura. A redefinição do arranjo de plantas, pela diminuição do espaçamento entre fileiras e/ou aumento da densidade populacional, pode ser uma excelente oportunidade para que o produtor aumente sua rentabilidade sem custos adicionais (PEREIRA et al., 2008).

Modificações no arranjo das plantas possibilitam uma melhor distribuição de luz proporcionando às folhas da parte inferior da planta maior iluminação, podendo, assim, contribuir de forma mais ativa no processo de fotossíntese com aumento significativo de fotoassimilados e conseqüentemente maior rendimento de grãos (BARNI E BERGAMASCHI, 1981; RAMBO et al., 2003).

Uma das doenças que atinge a cultura da soja podendo levar a perda da produtividade é a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow e presente nas lavouras brasileiras desde 2001. Possui alto potencial de dano à cultura, pois pode causar rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, prejudicando a plena formação dos grãos (AZEVEDO et al., 2007). Lavouras livres de doença podem alcançar produtividade média de 3.300 kg ha⁻¹, contudo, o custo de produção encontra-se por volta de 2.418 kg ha⁻¹, sendo recomendável o controle do agente causal da doença (ALVES et al., 2007).

Conhecimentos de epidemiologia e o desenvolvimento de novas técnicas de aplicação dos produtos fitossanitários são essenciais para minimizar os prejuízos causados por esse patógeno na cultura da soja, que se não controlado pode causar perdas superiores a 75% (SINCLAIR e HARTMAN, 1999; FURLAN, 2005)

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas, porém o controle químico com fungicidas é, até o momento, o principal método. No entanto, em muitas aplicações, atingir o alvo biológico de maneira direta torna-se difícil em função de sua localização (RAMOS, 2001).

A busca por alternativas no manejo da doença e a melhoria do potencial produtivo tem levado a adoção de novos sistemas de semeadura pelos sojicultores, entre os quais o de fileiras duplas e o cruzado. Ainda pouco se conhece a respeito da dispersão dos uredósporos em diferentes sistemas de semeadura.

A assistência de ar em barra de pulverização pode auxiliar no controle da ferrugem asiática da soja por proporcionar maior penetração das gotas no dossel. No entanto pouco se conhece a respeito da dinâmica do ar nos diferentes sistemas de semeadura.

Com isso, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de novos sistemas de semeadura além de diferentes técnicas de pulverização sobre os depósitos de pulverização e no controle da ferrugem asiática na cultura da soja visando à sustentabilidade da cultura.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A cultura da soja

A soja é originária da costa leste da Ásia na China onde se desenvolvia como plantas rasteiras, e com o decorrer do tempo passou por mudanças significativas (EMBRAPA, 2012). Sendo uma leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de 5.000 anos, sua espécie mais antiga é a soja selvagem que crescia na maior parte nas terras baixas e úmidas próximos aos lagos e rios da China, espalhando-se pela Ásia há 3.000 anos, momento em que passou a ser utilizada na alimentação e na fabricação de medicamentos (HYMOWITZ & SHURTLEFF, 2005).

No início do século 20, passou a ser cultivada com objetivos comerciais nos Estados Unidos da América, desde então seu crescimento populacional aconteceu de forma demasiada, tendo assim o desenvolvimento das primeiras variedades comerciais (GOMES, 1990).

No Brasil, a introdução da soja deu-se no ano de 1882, e os primeiros estudos sobre a cultura iniciaram-se na Escola de Agronomia da Bahia. O primeiro plantio de soja foi no estado do Rio Grande do Sul em 1901, onde a cultura encontrou efetivas condições para desenvolver-se e expandir, dadas as semelhanças climáticas do ecossistema de origem dos materiais genéticos dos Estados Unidos da América com as condições climáticas predominantes no estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2003).

Logo após, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), através de estudos sobre a cultura da soja, obteve cultivares aptos à região sendo inicialmente interessante apenas para o aproveitamento como espécie forrageira e na rotação de culturas. Após uma

década de estudos, o IAC iniciou a distribuição de sementes para produtores do Estado e no final da década de 60 a soja começou a ser visada como produto comercialmente rentável devido à possibilidade de sucessão com a cultura do trigo na região Sul, principal região produtora, além do que no país iniciava-se um planejamento de produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no país (EMBRAPA soja, 2011).

De acordo com dados da Soy Stats e da United States Department of Agriculture (USDA), durante a safra de 2012/2013 foram cultivados cerca de 260 milhões de toneladas do grão de soja no mundo, sendo os Estados Unidos da América (EUA) o principal produtor mundial, acompanhado pelo Brasil e Argentina, contudo houve uma queda na produção quando comparada com a safra passada devido principalmente à forte estiagem que ocorreu nos EUA.

A produção de soja para 2012/2013 nos EUA está projetada em 73,3 milhões de toneladas e a produtividade média esperada de 2.380 kg ha⁻¹. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento- CONAB (2012), o Brasil terá um bom desempenho, que deve ocorrer em todas as regiões do país com maior destaque para a região Norte com aumento de 16,3%. A área total nacional aumentará para 27.241,1 mil hectares e a CONAB fechou com a estimativa de 2012/13 de grão de soja em 82,63 milhões de toneladas.

A soja, pertence à divisão Spermatophyta, subdivisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Leguminosae (Fabaceae) que inclui, aproximadamente 600 gêneros e 13000 espécies. A família Leguminosae é constituída de três sub-famílias: Mimosoideae, Caesalpinoideae e Faboideae (Papilionoideae). A sub-família Faboideae, é a maior delas, com cerca de 400 gêneros amplamente distribuídos, dentre eles o *Glycine*. Dentro desta sub-família encontram-se gêneros conhecidos como: *Phaseolus* (feijão), *Pisum* (ervilha), *Arachis* (amendoim), *Lens* (lentilha), entre outros (JOLY, 2002).

A soja possui um sistema radicular pivotante bem desenvolvido, com presença de raízes secundárias, terciárias e quaternárias sendo as ramificações ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Uma planta anual com caule herbáceo

a sub-lenhoso e com folhas apresentando-se em três tipos: cotiledonares, unifolioladas ou trifolioladas, sendo ovais e de coloração verde claro a verde escuro com textura variando de lisa a rugosa conforme a cultivar (CÂMARA, 1998; JOLY, 2002).

Possui flores hermafroditas, reunidas em racemos curtos axilares ou terminais de coloração branca, amarela ou violácea, conforme a variedade, sendo suas sementes em geral ovalada e achatadas ou globosas com coloração variando de acordo com a cultivar (CÂMARA, 1998; JOLY, 2002; MISSÃO, 2006).

Possui o fruto derivado de uma única folha capelar, tipicamente um legume, comumente chamado de vagem podendo ser encontrada 400 dessas por planta compostas de uma a cinco sementes (MIYASAKA & MEDINA, 1981; MISSÃO, 2006).

A soja é uma espécie vegetal que possui características favoráveis em relação ao arranjo espacial, podendo variar seu número de ramificações, de vagens e grãos por planta. Dependendo da altura da planta, o fechamento das entrelinhas, assim como outros aspectos agrônômicos, é influenciado pelos fatores que proporcionam o desenvolvimento das plantas, como o clima local da região, o ano e a época de semeadura de acordo com a cultivar (EMBRAPA SOJA, 2003).

A soja possui cerca de quinze espécies catalogadas. É uma leguminosa rica em vitaminas do complexo B, potássio, zinco, dentre outros minerais, compondo a base de diversos pratos naturais e tradicionais e apresentando-se como a principal fonte de proteína para populações de baixa renda e vegetarianos (JUNIOR, 2003).

A soja é um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira devido ao seu potencial produtivo e a sua composição química, além de ter um alto valor nutritivo, que lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e animal, com relevante papel sócio-econômico, além de se constituir em matéria-prima indispensável para impulsionar diversos complexos agroindustriais (MAUAD et al., 2010).

A cultura da soja se destaca por apresentar dupla aptidão, primeira na produção alimentos saudáveis, e segunda por gerar energia renovável, conhecida como biodiesel (PRADO, 2007). Além da importância na nutrição humana, a soja e seus derivados, provenientes do processamento industrial dos grãos, apresentam inúmeras utilizações como adubação verde, nutrição animal como silagem e farelo, fabricação de tintas, fibras, adesivos, tecidos, indústria farmacêutica e siderúrgica. Essa diversidade é

possível porque as indústrias de processamento de soja produzem subprodutos, farelo e óleo, que se constituem em importante matéria-prima para diferentes setores industriais (CÂMARA, 1998; FREITAS et al., 2001).

O grão constitui-se em matéria prima básica, cujo processamento dá origem ao óleo bruto e ao farelo. O processamento destes produtos primários possibilita a obtenção de uma série de produtos secundários, que são utilizados como insumos industriais em diversas outras linhas de processamento, possibilitando assim, a abertura de um enorme leque de opções de uso para a soja, resultando em significativa rede de agronegócios geradora de trabalho, oportunidades de crescimento social e riqueza nacional (BLACK, 2000).

4.2 Sistemas de semeadura da soja

A cultura da soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes da produtividade agrícola. A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada aos fatores como população de plantas e espaçamento entre linhas, sendo importante o conhecimento das interações entre estes, para definição do conjunto de práticas que traria respostas mais favoráveis à produtividade agrícola da lavoura (HEIFFIG, 2002).

O espaçamento entrelinhas e a densidade de plantas nas linhas podem ser modificados, com o objetivo de estabelecer um melhor arranjo visando sempre alcançar o máximo de produtividade da cultura da soja (PARCIANELLO et al., 2004). Existem vários estudos realizados destacando a importância do arranjo espacial na cultura, apresentando em muitas situações, ganhos de produtividade, principalmente com a redução do espaçamento entre fileiras das plantas (RINCÓN et al., 1992; HEIFFIG et al., 2006).

Um trabalho realizado com dois espaçamentos entre linhas, 0,45 m e 0,60 m, concluiu que a redução no espaçamento entrelinhas e a aproximação do espaçamento entre plantas na linha geraram incremento na produtividade devido à melhor

distribuição das plantas na área, conseqüentemente modificou sua arquitetura e contribuiu para o fechamento do dossel em menor tempo (TOURINO et al., 2002).

De acordo com Rambo et al. (2003), a arquitetura adquirida pelo dossel vegetativo da soja possui grande influência na atividade fotossintética, pois altera a quantidade de folhas que interceptam a radiação solar. A estrutura do dossel pode ser alterada pelas condições meteorológicas, pelo melhoramento genético de plantas mudando assim sua morfologia e pelo arranjo das plantas. Arranjos que demonstram melhor distribuição das plantas na área podem incrementar a penetração de luz no dossel da cultura, aumentando significativamente a produção de fotoassimilados e conseqüentemente maior rendimento de grãos.

Na safra agrícola 2009/10, o Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB) realizou a primeira edição do concurso Desafio Nacional de Máxima Produtividade, onde houve a participação de 800 sojicultores representando 285 municípios de 12 Estados. Neste concurso, promoveu-se uma reflexão do sistema atual de produção de soja no Brasil, que apesar de ser bem sucedido, demonstrou que ainda pode ser melhorado devido ao fato de alguns produtores optarem por formas de arranjos da cultura como os sistemas de semeadura em linhas cruzado (LC) e linhas duplas (LD).

A semeadura LC consiste na distribuição de sementes em linhas paralelas, como é realizada convencionalmente na soja, seguida de nova distribuição de sementes sobre a mesma área, com as novas linhas formando ângulos de 90° em relação às anteriores, formando um gride de linhas sobre a área de cultivo. Dessa forma, seguindo uma recomendação usual para esta cultura, ocorre uma duplicação do número de sementes por hectare, da quantidade de adubo aplicado e do uso da máquina (LIMA et al., 2012). Já o sistema de semeadura em LD é realizado entre duas entrelinhas uma “interna” e outra “externa”, onde as sementes de soja são semeadas em fileiras duplas com um espaçamento entrelinhas internas e entrelinhas externas.

Um indicativo do potencial de aumento da produtividade com o uso da semeadura da soja em linhas cruzadas pôde ser verificado na safra 2009/2010, em que o produtor vencedor do desafio nacional do CESB (Comitê estratégico soja Brasil) alcançou a marca de 108,4 sacas de soja por hectare no Paraná, utilizando a semeadura

da soja em LC, técnicas de manejo adequadas e contando com condições climáticas ideais (CULTIVAR, 2010).

Pouco se conhece sobre essas novas técnicas de semeadura de LC e FD, porém alguns produtores estão considerando testes a campo e obtendo melhores produtividades em relação à semeadura convencional (CV). Por isso existe a necessidade de serem conduzidos experimentos para avaliar a influência desses novos sistemas de semeadura como forma de garantir o potencial da cultura.

A soja semeada no sistema CV, linhas não cruzadas, já está sujeita ao ataque de diversos patógenos. O maior adensamento da cultura, em semeadura cruzada, estabelece um microclima diferenciado que pode favorecer o estabelecimento de alguns destes patógenos (LIMA et al., 2012).

No entanto, diferenças podem ocorrer para variedades precoces em comparação àquelas médias-tardias. Essas últimas, geralmente dificultam o controle fitossanitário na cultura pelo hábito de crescimento indeterminado.

4.3 Ferrugem asiática

A ferrugem asiática, causada pelo fungo *P. pachyrhizi* é uma das doenças mais severas que incide na cultura da soja podendo causar danos variando de 10% a 90% nas diversas regiões geográficas. No hemisfério oriental do planeta é considerada uma das doenças de maior importância devido à alta virulência com que incide (SINCLAIR & HARTMAN, 1999; CARVALHO & FIGUEIREDO, 2000; YORINORI, 2005).

A ferrugem da soja pode ser causada por duas espécies do gênero *Phakopsora*, *P. meibomiae* e *P. pachyrhizi* pertencentes à ordem Uredinales e classe Basidiomycota sendo as espécies diferenciadas por análise de DNA e morfologia dos teliósporos e télias. A *P. meibomiae*, conhecida como ferrugem americana, foi relatada pela primeira vez no Brasil, em 1979 no estado de Minas Gerais e a *P. pachyrhizi* ocorre no Hemisfério Oriental, desde 1902, sendo considerada altamente agressiva, causando danos de 10 a 40% na Tailândia, 10-90% na Índia, 10-50% no sul da China, 23-90% em Taiwan e 40% no Japão (GODOY e CANTERI, 2004).

No hemisfério ocidental, foi em Porto Rico em 1976, que a ferrugem da soja foi reportada pela primeira vez e logo após o primeiro relato de ferrugem no Brasil em 1979, no município de Lavras, MG. A primeira identificação no Brasil foi constatada num primeiro momento em uma soja perene (*Glycine wightii*) e em feijão de lima (*Phaseolus lunatus* var. *macrocarpus*) e, posteriormente, em soja (DESLANDES, citado por YORINORI, 1997).

A ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) foi identificada no Brasil pela primeira vez no final da safra 2000/01. Na safra 2001/02, encontrava-se disseminada nas principais regiões produtoras, causando perdas na ordem de 112.000 toneladas ou US\$ 24,70 milhões (YORINORI et al., 2002). Na safra 2003/04, causou enormes perdas à sojicultura nacional, gerando uma redução de 4,6 milhões de toneladas, o que corresponde ao valor de US\$ 1.22 bilhão de dólares em prejuízo (YORINORI et al., 2004).

Segundo Benchimol et al. (2004), por ser uma doença facilmente disseminada, na safra 2002/03 já havia inóculo da ferrugem no município Balsas – MA, alcançando naquele ano agrícola um total de mais de 90% da área de soja plantada no Brasil. Na safra do ano seguinte 2003/04, a doença foi detectada em todas as regiões produtoras de soja do Brasil. Conforme relatado por Yorinori (2005), a única região de soja no Brasil onde não houve incidência da doença até o ano de 2005 foi na capital do estado de Roraima, no Hemisfério Norte do Brasil.

Sempre que o processo de infecção inicia-se, é observado o aumento significativo do dano. Os sintomas podem surgir em qualquer momento do ciclo fenológico da cultura, porém tem surgido de forma mais frequente em plantas próximas ou em plena floração (AZEVEDO et al., 2007).

Os primeiros sintomas encontrados aparecem nas partes mais baixa da planta, também comumente chamado de “baixeiro” e conseqüentemente a doença vai se dispersando até atingir o topo da planta (OZKAN et al., 2005; RAETANO, 2007). Este acontecimento está relacionado com microclimas favoráveis (temperaturas médias menores que 28°C e molhamento foliar de mais de dez horas). A fase crítica da doença ocorre no estágio reprodutivo da cultura, a partir do florescimento, porém existem

relatos em que a doença pode se manifestar nos primeiros estádios de desenvolvimento (FURLAN, 2005).

Os sintomas causados por *P. pachyrhizi* nas folhas inferiores das plantas caracterizam-se por minúsculos pontos, com cerca de 1 a 2 mm de diâmetro, mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza esverdeada. No local onde surgem os pontos escuros é possível ver na parte abaxial da folha, a formação de urédias, que se apresentam como pequenas protuberâncias, formando uma lesão, provenientes da fase inicial da infecção, porém não são facilmente visíveis a olho nu, sendo necessário posicionar a folha contra um fundo claro (CARNEIRO, 2007).

As urédias ocorrem em forma de bolhas esbranquiçadas e brilhantes que explodem rapidamente, liberando grande quantidade de urediniósporos (AZEVEDO *et al.*, 2007). Adquirem coloração que variam de castanho claro a castanho escuro, e abrem-se em um minúsculo poro, expelindo suas estruturas reprodutivas, os uredósporos, que se acumulam ao redor dos poros e são facilmente dispersados pelo vento (CARNEIRO, 2007).

Devido à fácil disseminação pelo vento, existe a necessidade de uma severa vigilância, conhecimento e habilidade na identificação da doença. A ferrugem é a principal doença na cultura da soja, portanto não permite descuidos ou erros no manejo da cultura e nas estratégias adotadas para seu controle, pois pode acarretar grandes perdas. Sendo assim, o uso de produtos fitossanitários via pulverização é a forma mais eficaz e imediata de controle até o momento (YORINORI *et al.*, 2002).

4.4 Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários

O controle químico da ferrugem asiática é uma das principais preocupações dos produtores de soja em grande parte das regiões produtoras do Brasil, como forma de garantia da produtividade. O controle químico com fungicidas é o principal e o método mais usado contra essa doença (LEVY, 2005).

Em 2007/2008, do montante de aproximadamente 5 bilhões movimentados no mercado de produtos fitossanitários, 1,2 bilhões foram provenientes do uso de fungicidas, sendo a maior parte empregada na cultura da soja (ANDEF, 2008). A

aplicação de produtos fitossanitários, crescente a cada ano, corresponde a uma das parcelas de maior importância no custo de produção da cultura sendo a maior parte devida a aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja (KUNZ, 2010).

O objetivo de uma pulverização é alcançado quando é feita a seleção correta das pontas de pulverização e do ajuste do volume de calda, respeitando as condições ambientais e o momento correto da aplicação. O tipo de alvo, o modo/mecanismo de ação dos produtos e suas recomendações agrônômicas também devem ser sempre observados (ANTUNIASSI, 2012).

Segundo Azevedo (2007), a proteção de culturas com produtos químicos proporciona a colocação de uma barreira química que visa a impedir ou dificultar o contato entre o hospedeiro e o patógeno, no caso dele já estar estabelecido. A eficácia para o controle de doenças está ligada a vários fatores e depende do fungicida utilizado, do intervalo de aplicação, do número de aplicações, do momento de aplicação, das misturas utilizadas e da qualidade e tecnologia de aplicação.

Existem diferentes maneiras para realizar a aplicação de produtos fitossanitários, que podem ser sólida, líquida e gasosa, sendo a mais utilizada por via líquida, sob forma de pulverização (RAMOS e PIO, 2008). Dentre essas diversas técnicas a pulverização com pontas de energia hidráulica, é a mais utilizada em grandes áreas devido a sua grande versatilidade (TEIXEIRA, 1997), além de ser um método bastante antigo, e por possuir muitas variedades de equipamentos apropriados para várias situações (RAMOS e PIO, 2008).

Para a realização do controle fitossanitário a pulverização sempre dependerá de fatores como ação do produto e a tecnologia a ser utilizada no momento da aplicação. Para que haja a eficiência desejada do produto aplicado, existe grande influência de fatores como forma, tamanho e posição do alvo; a densidade, o diâmetro e a velocidade das gotas pulverizadas e direção e a velocidade do fluxo de ar (BALAN et al., 2006).

A tecnologia de barra assistida por ar se caracteriza por apresentar uma cortina de ar de alta velocidade incidente sobre o jato de pulverização (KOCH, 1997). O uso da assistência de ar nos equipamentos de aplicação dos produtos fitossanitários surgiu

como ferramenta para aprimorar a qualidade da pulverização como melhoria na distribuição e penetração da calda nos respectivos alvos, visando manter o potencial produtivo, reduzindo a deriva e a quantidade dos produtos químicos (RAETANO e MERLIN, 2006; CHRISTOVAM et al., 2010).

Os pulverizadores com assistência de ar junto à barra podem ser acoplados ao sistema hidráulico do trator (tanques de menor capacidade), de arrasto ou automotriz. Estes pulverizadores possuem um ou dois ventiladores, geralmente axiais, posicionados próximos à seção central da barra de pulverização, que distribuem um grande volume de ar em dutos inflados montado acima da barra e bicos (MATTHEWS, 2000).

O ar gerado por um ou mais ventiladores muda em 90° a trajetória para ser distribuído na parte inferior do duto, através de aberturas retangulares. No entanto, com o aumento da distância do ventilador à extremidade da barra torna-se necessário a diminuição na seção do duto para compensar a perda na velocidade do ar. Então, o ar é forçado a sair pelas aberturas sob forma de “cortina de ar”. A velocidade do ar gerado pode variar de acordo com a rotação do ventilador e, no geral, não segue uma relação linear. Ao longo da barra também podem ocorrer variações da velocidade do ar, principalmente nas extremidades em relação à seção central da barra de pulverização (RAETANO, 2004).

Os pulverizadores de barra assistidos por ar oferecem a oportunidade de lançar as gotas finas para a parte interna das plantas por variação da altura da barra e velocidade do vento. Além disso, o ar movimenta as folhas das plantas expondo partes baixas à maior quantidade de produtos fitossanitários do que a aplicação convencional, e o movimento transversal da pulverização na copa das plantas aumentam a probabilidade do produto ser depositado na base da planta (MATTHEWS, 1992).

O uso da assistência de ar com o propósito de melhorar a cobertura de pulverização na cultura da soja já havia sido constatado no Brasil e nos Estados Unidos da América (EUA), sendo estudado pela primeira vez no Brasil por Raetano e Bauer (2000) e por Ozkan (2005) nos EUA.

Ozkan (2005), ao avaliar diferentes pontas de pulverização: jato plano de uso ampliado XR 8002; jato plano de deriva reduzida TT 110015 e jato cônico D2-23, junto ao pulverizador convencional (sem ar) e com assistência de ar equipado com pontas de

jato plano de uso ampliado XR 110015 com relação à cobertura de pulverização na cultura da soja, observou maiores depósitos da calda na parte inferior das plantas quando tratadas com o equipamento dotado de assistência de ar junto à barra a 140 L ha^{-1} .

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Estudo 1 : Quantificação dos depósitos da pulverização

O experimento foi conduzido na área experimental da fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, com a cultura da soja, cultivar Dow 5d 688 de ciclo semi precoce (118 dias), hábito de crescimento determinado, tolerante as doenças: mancha olho-de-rã, oídio, pústula bacteriana, cancro da haste, vírus da necrose da haste, nematoide do cisto, nematoide de galhas (*M. javanica*), nematoide de galhas (*M. incógnita*). A área está situada a uma altitude de 724 metros (22°48’’S e 48°25’’O) com vento predominante no sentido Leste para Oeste.

De acordo com a classificação climática de Köeppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (LOMBARDI NETO e DRUGOWICH, 1994). Os dados climáticos, registrados durante o período de condução dos experimentos, encontram-se na Figura 1.

Segundo o levantamento detalhado realizado por Carvalho et al. (1983) e utilizando-se o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006), o solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico.

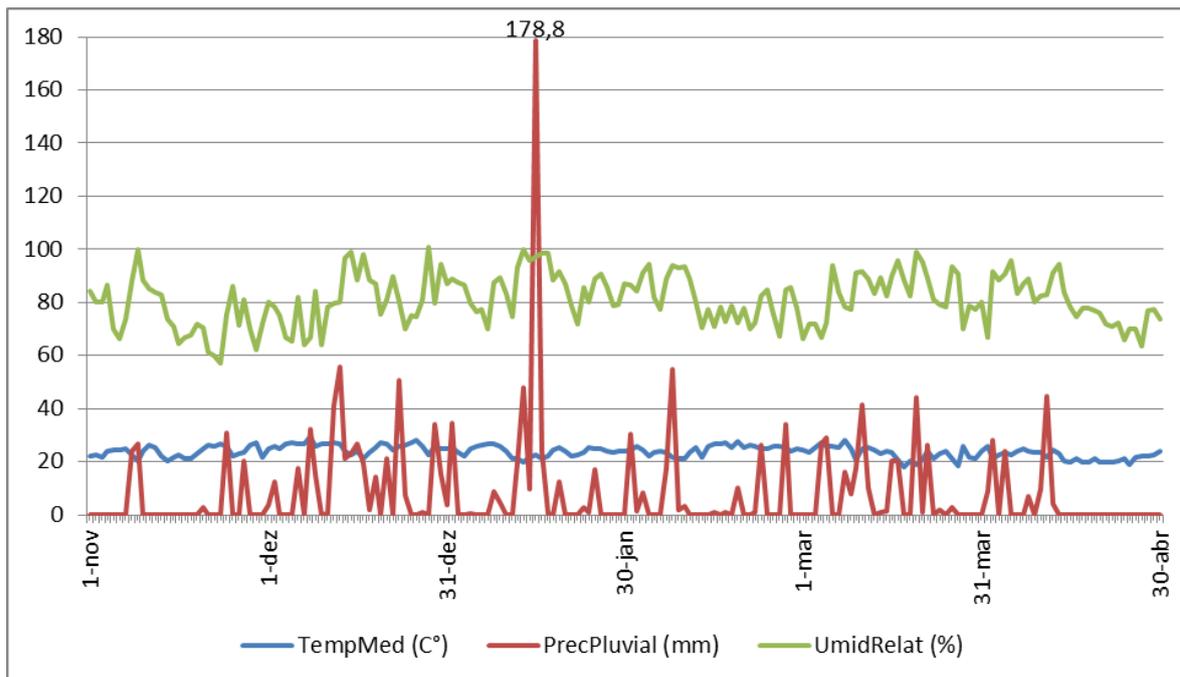


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (T. máx.°C), temperatura mínima (T min. °C) do ar, e Umidade Relativa média do ar (%) obtido na área experimental no período de novembro (2012) a abril (2013). Botucatu-SP, 2013.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso e com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 4 x 2 composto por 4 repetições. Foram comparados quatro sistemas de semeadura: 1º) espaçamento de 0,45 m entre linhas denominado convencional (CV), 2º) espaçamento perpendiculares (ângulo de 90°) entre linhas denominado linhas cruzadas (LC), 3º) espaçamento com duas linhas de soja espaçadas entre si com espaçamento “interno” de 0,20 m e com espaçamento “externo” de 0,40 m entre linhas duplas (LD) e 4º) espaçamento adensado (AD) da cultura com 0,20 m entre linhas e 2 tecnologias de aplicação, com assistência de ar (AA) na capacidade máxima de rotação do ventilador, e sem assistência de ar (SAA). O experimento foi constituído por 32 parcelas de 9,0 x 10,0 m (largura x comprimento).

Os sistemas de semeaduras LC e CV foram semeados com uma semeadora-adubadora de precisão da marca comercial Jumil modelo Exacta air 2980 PD Pantográfica com disco de corte. Já os sistemas de semeadura LD e AD foram semeados

com a semeadora-adubadora da marca comercial Semeato modelo SHM 15/17 com disco de corte.

A porcentagem (%) de germinação das sementes da cultivar 5d688 de acordo com o fabricante era superior a 92%. A população final de plantas (quatrocentos mil plantas) foi igual para todos os espaçamentos e conduzido no sistema de semeadura direta. A adubação foi realizada no sulco de semeadura com 320 kg ha⁻¹ do formulado comercial de N-P-K (04 20 20) igualmente para todos os espaçamentos. A semeadura da cultivar DOW 5d688 foi realizada no dia 22/11/12; a emergência das plântulas estabelecida em 29/11/12 e a colheita feita no dia 10/04/2013.

As sementes foram tratadas com o fungicida carboxina associada com tiram (50 + 50 g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes) e thiametoxam na dosagem de 150 ml do produto comercial Cruiser para cada 100 kg de sementes e, posteriormente, submetidas à inoculação com suspensão de *Bradyrhizobium* (Nitragin Optimize) na dosagem de 200 mL do produto comercial 100 kg⁻¹ de sementes com auxílio de uma máquina para tratar sementes da marca Tecnotrat.

O controle de insetos-praga como lagartas e percevejos foi realizado com inseticidas químicos quando os mesmos atingiram o nível de controle. A disposição das parcelas dentro de cada sistema de semeadura está apresentada na Figura 1.

Pela capacidade de operar com e sem assistência de ar, foi utilizado um pulverizador tratorizado, modelo Advanced Vortex 2000, equipado com 37 bicos de pulverização espaçados entre si de 0,50 m e com barra de pulverização de 18,5 m de comprimento. A ponta de pulverização utilizada foi a de jato plano Hypro TR02F110, operando na pressão de 250 kPa, conferindo um volume de calda de 146 L ha⁻¹.

A ponta de pulverização foi mantida a 0,50 m de altura em relação ao topo do dossel das plantas de soja. A pulverização foi realizada com o trator Massey Ferguson 286, em terceira marcha reduzida, com velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador de 6,0 km h⁻¹. A pulverização do corante nas parcelas foi realizada apenas por uma das secções da barra do pulverizador por ser compatível com a largura das parcelas estudadas.

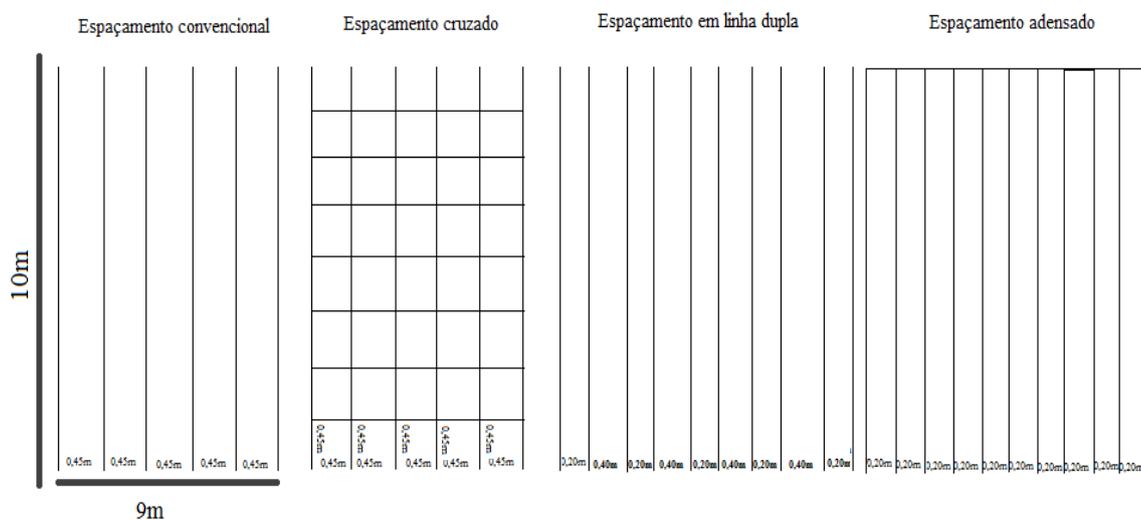


Figura 2 - Disposição das parcelas dentro de cada sistema de semeadura da soja. Botucatu, 2013.

A aplicação foi realizada sempre no mesmo sentido de Norte para Sul. As condições ambientais no momento da aplicação foram mensuradas por meio de termohigrômetro (Lutron, modelo HT-3003) e anemômetro digital (Lutron, modelo AM – 4201). A leitura da UR e temperatura do ar foram feitas posicionando o termohigrômetro a aproximadamente 1,0 m de altura acima do solo na sombra e a velocidade do vento foi mensurado a 0,50 m acima do topo da cultura. A Figura 3 demonstra a área experimental pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas evidenciando a semeadura em LC.



Figura 3 - Área experimental pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas, da UNESP, destacando o sistema de semeadura LC. Botucatu-SP, 2013.

Para a quantificação do depósito da pulverização foi adotado o método proposto por Palladini (2000), utilizando como marcador o corante alimentício Azul Brilhante (FD&C n. 1), adicionado à calda de pulverização na concentração de 1500 mg L^{-1} . De acordo com Pinto et al. (2007) esse corante permanece estável por um período de 5 horas de exposição à luz solar. A Figura 4 demonstra o momento da pulverização com o corante marcador.

Aos 15 minutos após a pulverização, tempo considerado suficiente para a secagem da calda, avaliou-se a deposição da pulverização. Foram selecionadas 10 plantas ao acaso no centro de cada parcela. De cada planta foi cortado com auxílio de tesouras, na região do pecíolo, um folíolo da parte superior (topo da planta) com maior exposição à pulverização e outro folíolo na parte inferior (último folíolo da parte inferior da planta) da planta na mesma posição do folíolo superior para padronizar a coleta.

As folhas coletadas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos, lavadas com 30 mL de água destilada e agitadas por aproximadamente 20 segundos. A solução resultante da lavagem foi colocada em potes plásticos e os depósitos foram

quantificados em espectrofotômetro (Shimadzu UV 1601 PC) com leitura da absorbância no comprimento de onda de 630 nm (SCUDELER et al., 2004).

Após a lavagem das folhas e extração do marcador, a área das folhas foi mensurada pelo medidor de área foliar de bancada LICOR, modelo LI-3100. O volume retido em cada folha em mL (mililitro), para melhor demonstração dos dados, foi convertido em μL (microlitro) e dividido pela respectiva área foliar, obtendo-se assim a quantidade em $\mu\text{L cm}^{-2}$.

Os valores de leitura em absorbância, quando relacionados a diferentes concentrações do corante Azul Brillante permitem a obtenção do estabelecimento de uma equação, indicando assim a concentração do corante (mg L^{-1}) no alvo biológico posteriormente a aplicação (SCUDELER et al., 2004). Sendo assim ao se relacionar a concentração do corante, na solução de lavagem das amostras, com a obtida na calda de pulverização, foi possível estabelecer o volume capturado pelo alvo por meio da equação 1 (E1):

$$C_i \quad \times \quad V_i \quad = \quad C_f \quad \times \quad V_f$$

(E1)

Em que:

C_i = concentração inicial do corante na calda (1.500 mg L^{-1});

V_i = volume capturado pelo alvo (mL);

C_f = concentração final do corante na amostra obtida pela leitura do espectrofotômetro, em absorbância (mg L^{-1});

V_f = volume de diluição da amostra (30 mL).

Para a obtenção da concentração do corante nos alvos (mg L^{-1}), foi confeccionada uma curva de calibração padrão de linearidade com a mesma solução aplicada sobre a soja, efetuando-se a leitura no espectrofotômetro (Shimadzu UV 1601 PC). A faixa de linearidade da absorbância foi obtida com as concentrações de 0,3; 0,6; 0,75; 1,5; 3,0; 6,0 mg L^{-1} .



Figura 4 - Pulverização do corante alimentício Azul Brilhante (FD&C no 1) adicionado à calda com o pulverizador Advanced Vortex 2000. Botucatu-SP, 2013.

5.2 Estudo 2: Avaliação do controle da ferrugem asiática da soja

O presente trabalho foi conduzido no mesmo local do estudo 1. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com os tratamentos dispostos no esquema fatorial de 4 x 3 composto por 4 repetições. Foram comparados quatro sistemas de semeadura (CV, CR, AD e LD) e três formas de manejo: pulverização com assistência de ar (AA) na capacidade máxima de rotação do ventilador, pulverização sem assistência de ar (SAA) e sem pulverização nenhuma. Dessa forma, totalizando 48 parcelas de 9,0 x 10,0 m (largura x comprimento).

As semeaduras e as pulverizações com fungicida foram realizadas com o mesmo conjunto trator-pulverizador e nas mesmas condições operacionais utilizadas para avaliação dos depósitos do marcador na cultura da soja (estudo 1).

A partir do momento que a cultura atingiu o estágio vegetativo V8 foram realizadas avaliações semanais para monitoramento da infestação natural da ferrugem asiática, causada pelo fungo *P. pachyrhizi*. Para isso foram observados os folíolos da parte inferior das plantas de soja e, quando confirmada sua presença na área experimental (aos 70 dias após a emergência), realizou-se a primeira aplicação da

composição comercial fungicida trifloxistrobina associado a protioconazol (Fox) na dosagem de 52,5 + 45,0 g i.a. ha⁻¹ + adjuvante Aureo na dosagem 0,25% (250 ml/100 litros de água). A segunda pulverização foi realizada 15 dias após a primeira (86 dias após a emergência), conforme recomendação do fabricante.

A avaliação de severidade da ferrugem asiática da soja foi realizada a intervalos de 7 dias. Para tal, após observação visual de 20 folíolos, retirados aleatoriamente do terço médio-inferior das plantas foram atribuídas notas de porcentagem de área lesionada pela doença (0,6; 2,0; 7,0; 18,0; 42,0 e 78,5%) utilizando a escala diagramática da doença sugerida por Godoy et al. (2006). Com o objetivo de minimizar erros durante as avaliações das notas atribuídas à severidade da doença, todas as avaliações foram feitas pelos mesmos avaliadores. A escala diagramática de notas para avaliação de severidade da ferrugem asiática da soja sugerida por Godoy et al. (2006) está apresentada na Figura 5.

As datas de avaliações da severidade da doença e seus valores médios obtidos nos 20 folíolos do terço médio-inferior amostrados em cada parcela experimental foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), através da integração trapezoidal, apresentada na equação 2 (E2), conforme metodologia sugerida por Campbell e Madden (1990).

$$\text{AACPD} = \sum [(x_{i+1} + x_i)/2] \cdot (t_{i+1} - t_i),$$

(E₂)

Em que:

x= severidade média da doença ferrugem asiática na parcela experimental;

x_i= severidade média da doença na parcela experimental no tempo t_i;

n= número de avaliações;

t= data da avaliação;

(t_{i+1}-t_i) = intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

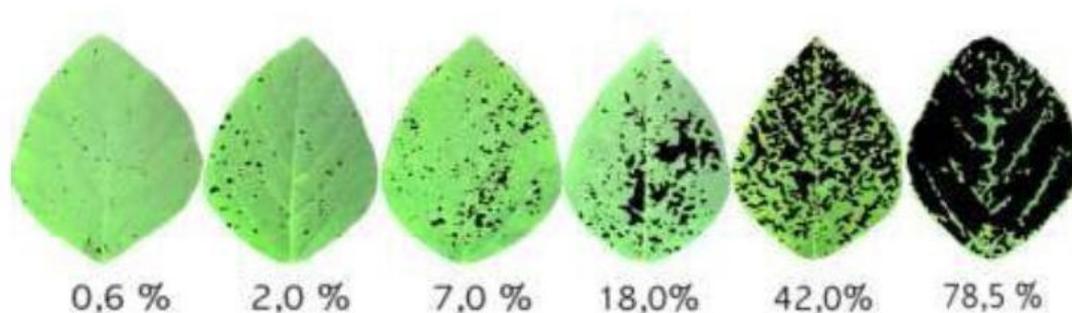


Figura 5 - Escala diagramática visual da ferrugem asiática da soja (porcentagem de área foliar lesionada) sugerida por Godoy et al. (2006).

5.3.1 Avaliações do número de vagem por planta, peso de mil grãos (PMG) e produtividade

Para a avaliação de número de vagens por planta foram coletadas cinco plantas por parcela acondicionadas em sacos de lixo de 50 litros no campo e em seguida levadas ao Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos do Departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP - Campus de Botucatu, SP. As vagens foram separadas da haste das plantas e contadas individualmente, obtendo-se o valor total do número de vagens.

Para avaliar o efeito das formas de manejo no controle da ferrugem asiática sobre a produtividade da soja, nos diferentes sistemas de semeadura, um dia antes de realizar a colheita, foi dimensionada com auxílio de uma trena a área útil de cada parcela com tamanho 3,00 x 1,60 m (comprimento da área colhida x tamanho da plataforma da colhedora), obtendo-se assim uma área total de 4,80 m², com o uso de uma colhedora de parcelas Wintersteiger Nursery Master Elite A- 4910 Ried/Austria (Figura 6). Após a colheita, fez-se a pesagem dos grãos de soja por meio de uma balança digital e a correção da umidade dos grãos para 13% (b.u.) de acordo com a equação 3 (E3). Depois de corrigir a umidade dos grãos, os valores obtidos foram transformados em kg ha⁻¹. Após medida a produtividade mensurou-se o peso de mil grãos (PMG) na umidade de 13% com auxílio de balança digital, e utilizou-se da Equação 3 (E3) para o ajuste da umidade no peso de grãos.

$$P_c = \frac{P_b (100 - U_r)}{87}$$

87

Em que:

P_c= Peso corrigido da amostra na umidade de 13%;

P_b= Peso bruto da amostra;

U_r= Umidade da amostra no momento da pesagem.



Figura 6 - Colhedora de parcelas durante a colheita da soja, Botucatu, 2013.

5.4 Análise estatística dos dados

Para análise estatística, os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste T (LSD) a 5% de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1.1 Quantificação dos depósitos das pulverizações

As condições meteorológicas durante a pulverização do corante marcador Azul Brillante são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Condições meteorológicas médias durante as pulverizações do corante marcador Azul Brillante. Botucatu/SP, 2013.

Data	Dias após emergência	Estádio da cultura	UR ar (%)	Temperatura do ar (°C)	Velocidade do vento (km h⁻¹)
31/01/13	62	R1	62 ± 5	31 ± 2	7,2 a 9,5

A curva de calibração entre diferentes concentrações do corante marcador Azul Brillante e valores de absorvância no espectrofotômetro está representada na Figura 7. Pelo coeficiente de determinação ($R^2=0,979$) verifica-se a precisão da equação de regressão.

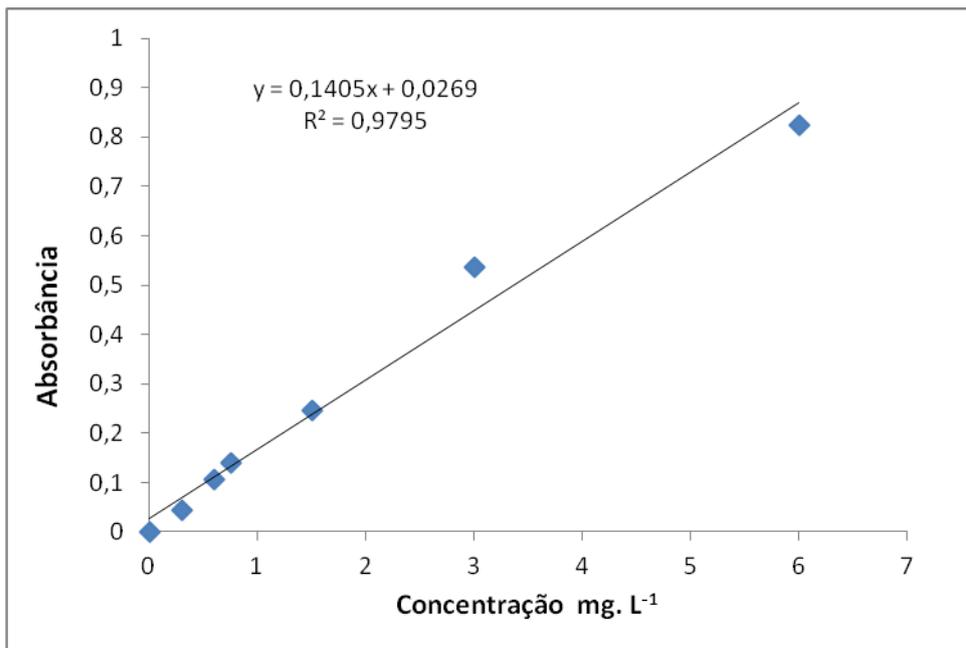


Figura 7 - Curva de calibração com as soluções em concentrações crescentes do marcador Azul Brilhante. Botucatu, SP, 2013.

Quando comparados os valores de depósitos entre os sistemas de semeadura com assistência de ar (AA) e sem assistência ar (SAA) na parte inferior da planta não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Isso também ocorreu quando comparados os valores de depósitos com AA e SAA na parte inferior da planta dentro de cada sistema de semeadura. Raetano e Bauer (2003) avaliaram o efeito da variação de velocidade do ar (50, 75 e 100% da capacidade máxima de rotação do ventilador) em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários na cultura do feijoeiro, cv. Carioca. A variação da velocidade do ar não influenciou os níveis de depósitos na cultura, mas o uso da AA operada a plena capacidade do ventilador (100%), resultou em melhores níveis de depósitos na superfície dos folíolos posicionados na parte baixa das plantas.

Em relação aos depósitos na parte superior da planta, quando comparados entre os sistemas de semeadura com AA, observa-se que no sistema de semeadura adensado (AD) ocorreu maior deposição do corante, tornando-o estatisticamente diferente apenas do sistema de semeadura convencional (CV). Quando comparados os depósitos de pulverização na parte superior da planta, entre os sistemas de semeadura SAA, nota-se que não ocorreu nenhuma diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Médias dos depósitos da pulverização com marcador Azul Brilhante em diferentes sistemas de semeaduras com e sem assistência de ar em plantas de soja, cultivar DOW 5d688. Botucatu, SP, safra 2012/13.

Sist. de semeadura	Deposição ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)			
	Com assistência de ar		Sem assistência de ar	
	Parte da planta			
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Convencional	0,0403aA α	0,2091aA β	0,0317aA α	0,3425aB β
Linha dupla	0,0311aA α	0,2168abA β	0,0182aA α	0,3567aB β
Adensado	0,0127aA α	0,3245bA β	0,0097aA α	0,3635aB β
Cruzado	0,0746aA α	0,3008abA β	0,0124aA α	0,4444aB β

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 1,59^{\text{ns}}; P=0,2026$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 5,55^*; P=0,0223$

$F_{\text{parte na planta}}: 220,52^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de semeadura x Assistência de ar x parte na planta}}: 0,726^{\text{ns}}; P=0,5279$

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada nível de comparação não diferem pelo teste T(LSD) ($P<0,05$)

Letras minúsculas comparam a deposição entre os sistemas de semeadura dentro de cada nível de assistência de ar e parte da planta.

Letras maiúsculas comparam a deposição com e sem assistência de ar dentro de cada sistema de semeadura e na mesma parte na planta.

Letras gregas comparam a depósito entre as partes da planta dentro de cada nível de assistência de ar e sistema de semeadura.

Ao comparar os valores de deposição com AA e SAA dentro de cada sistema de semeadura na parte inferior da planta, não se verifica diferença estatística entre os tratamentos. Porém, quando os depósitos com AA e SAA são comparados na parte superior da planta dentro de cada sistema de semeadura, observa-se que os valores dos depósitos com AA são estatisticamente menores do que os valores obtidos SAA. Neste

caso, pode-se inferir que a pulverização com AA diminuiu o depósito do marcador na parte superior da planta em relação à pulverização SAA. Isso possivelmente ocorre pelo fato dos pulverizadores com AA junto à barra de pulverização modificar a dinâmica das gotas pulverizadas com a barra em movimento, em comparação ao sistema convencional (pulverização SAA). Após a saída do líquido pelo orifício das pontas de pulverização, 50 a 70% da energia originada da sua pressurização é perdida. A energia remanescente está sobre forma de movimento, deste modo é denominada de momento (quantidade de movimento). A redução do momento deve-se principalmente a resistência do ar com a queda gradativa das gotas no ambiente. Gotas com menor momento estão mais sujeitas a deriva. Desta forma ao mudarem sua trajetória, são carregadas por correntes de ar ascendentes atrás da barra de pulverização no sistema convencional. O ar proveniente da frente do bico, decorrente de sua movimentação no sentido do deslocamento do conjunto trator-pulverizador ocupa esse espaço (JORGENSEN, 2000).

Já com o uso da assistência de ar, gotas com menor momento são forçadas a penetrar no dossel da cultura por apresentar energia cinética adicional.

Na comparação dos depósitos entre as partes da planta dentro de cada nível de assistência de ar e sistema de semeadura observa-se neste trabalho que tanto para a pulverização com AA quanto SAA os depósitos na parte superior da planta foram maiores que na parte inferior. Pode-se justificar esse pelo fato dos folíolos superiores estarem mais expostos a pulverização que os folíolos da parte inferior da planta, podendo causar ainda um efeito conhecido como “guarda-chuva”. Raetano e Bauer (2003) em experimento realizado com a cultura do feijão constatam maior concentração dos depósitos na superfície adaxial dos folíolos superiores, mais próximos à barra pulverizadora, superando até em duas vezes aos obtidos nos folíolos mais próximos ao solo.

Cunha et al. (2011), avaliando os depósitos da pulverização em plantas de soja, observaram pequenas quantidades de depósitos da pulverização capturados pela folhas da parte inferior das plantas. Os autores mencionaram a necessidade de técnicas que proporcionem incremento da deposição nas folhas dessa parte da planta.

Bauer e Raetano (2004) relataram que o uso da AA em barra de pulverização na cultura da soja resultou em maiores depósitos. Porém, Viganó e Raetano (2007) constataram similaridade na deposição da pulverização quando comparada a presença e ausência desta tecnologia no controle de monocotiledôneas sob nabo forrageiro. Segundo os pesquisadores, possivelmente o melhor aproveitamento das gotas com menor diâmetro pelas plantas proporcionaram a similaridade entre os tratamentos, conforme também constatado neste trabalho. Portanto pode-se inferir que não houve efeito do fator sistema de semeadura sobre os níveis de depósitos com as tecnologias estudadas na cultura da soja.

6.1.2 Avaliação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

As condições meteorológicas durante a pulverização do fungicida são apresentadas na Tabela 3.

Pelos dados registrados na Tabela 4, na primeira avaliação da AACPD, observa-se que os sistemas de semeadura não diferiram estatisticamente entre si quando pulverizado com AA e SAA. Já na testemunha encontra-se diferença estatística entre os tratamentos, onde o sistema de semeadura LD apresentou maior valor para essa característica, apesar de não diferir dos valores dos sistemas de semeadura AD e LC.

Tabela 3. Condições meteorológicas durante as pulverizações do fungicida trifloxistrobina associado a protioconazol no ano agrícola 2012/13. Botucatu-SP, 2013.

Data do	Dias após emergência	Estádio da cultura	UR ar (%)	Temperatura do ar (°C)	Velocidade vento (Km h⁻¹)
07/02/13	71	R2	71 ± 5	29 ± 2	7,0 a 8,5
22/02/13	86	R4	68 ± 5	28 ± 2	6,5 a 8,0

No sistema convencional, a pulverização SAA diferiu-se da testemunha, onde SAA verificou-se menor severidade da doença. Em LD, AD e LC os níveis de

severidade da doença diferiram estatisticamente da testemunha sendo nesta encontrado a maior severidade da doença. Pela primeira avaliação, verifica-se que o sistema de semeadura CV na testemunha (sem pulverização) teve o menor progresso da doença após a primeira aplicação do fungicida. O estreitamento das entrelinhas pode proporcionar características diferenciadas do ponto de vista epidemiológico, fisiologia da planta e tecnologia de aplicação. HEIFFIG et al. (2006) relatam que o rápido fechamento das entrelinhas estabelece condições de menor circulação de ar e maior umidade, o que pode favorecer a incidência e severidade de doenças. Dessa forma, pode-se supor que a ferrugem asiática da soja em sua fase inicial tende a ser mais agressiva nos sistemas de semeadura LD, LC, e AD por proporcionar um microclima mais favorável para o desenvolvimento da doença.

Na segunda avaliação, quando os sistemas de semeadura são comparados dentro dos níveis de pulverização não se encontra diferença estatística entre eles. Na testemunha esta diferença está presente, sendo o sistema de semeadura LD o que apresentou maior desenvolvimento da doença, seguido do CV os quais não diferem entre si. Comparando os níveis de pulverização e a testemunha em cada sistema de semeadura encontra-se diferença significativa entre eles. Em todos os sistemas de semeadura o progresso da doença é menor nos tratamentos pulverizados com AA e SAA em relação à testemunha.

Nota-se que na testemunha o desenvolvimento da doença na segunda avaliação nos sistemas de semeadura CV e LD foi maior que no sistema AD. Dessa forma, supõem-se que com o progresso gradativo da doença, quanto maiores são os espaçamentos entrelinhas maior é o desenvolvimento da doença ferrugem asiática. Já nos sistemas de semeadura CR e AD por possuírem melhor arranjo espacial na área, aventa-se a hipótese destes formarem uma “barreira inicial” dificultando a dispersão da doença.

Tabela 4 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em plantas de soja com diferentes sistemas de semeaduras e níveis de assistência de ar na pulverização fungicida no controle de *P. pachyrhizi* aos 79, 86, 93 e 100 dias após a semeadura (DAS). Botucatu, SP, safra 2012/13.

Sistema de semeadura	79 DAS		
	Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha
Convencional	4,15aAB	0,77aA	11,17bB
Linha dupla	1,27aA	1,89aB	31,63aB
Adensado	0,38aA	0,94aA	22,44abB
Cruzado	0,7aA	1,89aA	21,56abB

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 1,12^{\text{ns}}; P=0,3520$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 35,86^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de semeadura} \times \text{Assistência de ar}}: 1,36^{\text{ns}}; P=0,2563$

Sistema de semeadura	86 DAS		
	Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha
Convencional	7,92aA	1,28aA	206,85bcB
Linha Dupla	3,96aA	4,28aA	277,4cB
Adensado	1,35aA	2,06aA	136,86aB
Cruzado	1,40aA	6,87aA	145,35abB

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 2,28^{\text{ns}}; P=0,0967$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 101,56^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de semeadura} \times \text{Assistência de ar}}: 1,53^{\text{ns}}; P=0,1967$

Sistema de semeadura	93 DAS		
	Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha
Convencional	4,95aA	2,56aA	440,54bcB
Linha Dupla	5,82aA	4,09aA	465,06cB
Adensado	2,17aA	12,2aA	357,79abB
Cruzado	3,23aA	7,75aA	319,66aB

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 1,18^{\text{ns}}; P=0,3295$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 524,14^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de semeadura} \times \text{Assistência de ar}}: 1,79^{\text{ns}}; P=0,1313$

Sistema de semeadura	100 DAS		
	Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha
Convencional	62,88aA	92,97aA	519,31aB
Linha Dupla	83,75aA	102,29aA	493,72aB
Adensando	54,9aA	88,18aA	517,62aB
Cruzado	85,01aA	62,76aA	470,23aB

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 0,57^{\text{ns}}; P=0,6355$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 222,58^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de semeadura} \times \text{Assistência de ar}}: 0,92^{\text{ns}}; P=0,4892$

Sistema de
semeadura

Médias das avaliações feitas aos 79, 86, 93 e 100 DAS

Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha
-----------------------	-----------------------	------------

Convencional	79,91aA	97,59aA	1177,88abB
Linha Dupla	94,8aA	112,56aA	1267,81bB
Adensando	58,81aA	103,4aA	1034,72abB
Cruzado	90,34aA	79,28aA	956,8aB

F_{Sistemas de semadura}: 2,20^{ns}; P=0,1058
F_{Assistência de ar}: 437,25*; P<0,0001
F_{Sistema de semadura x Assistência de ar}: 0,84^{ns}; P=0,5430

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada nível de comparação não diferem pelo teste(LSD)(P<0,05).

Assim como na primeira e segunda avaliação, a terceira não apresenta diferença estatística quando os sistemas de semadura são comparados dentro dos níveis de pulverização. Na testemunha o sistema de semadura LD apresentou maior incidência da doença, seguido do CV, que não mostrou diferença estatística da LD. Quando os níveis de pulverização e a testemunha são comparados dentro de cada sistema de semadura, em todos os tratamentos, o maior progresso da ferrugem asiática foi encontrado na testemunha assim como nas avaliações anteriores.

Na quarta avaliação, assim como nas avaliações anteriores, não houve diferença estatística quando os sistemas de semadura foram comparados dentro dos níveis de pulverização e na testemunha. Quando os níveis de pulverização e a testemunha são comparados dentro de cada sistema de semadura, observa-se maior severidade da doença na testemunha.

No geral, nota-se na avaliação total da AACPD que os sistemas de semadura não diferiram estatisticamente entre si em relação aos níveis de pulverização com AA e SAA. Já na testemunha observa-se que o sistema de semadura LC ao final das avaliações foi o tratamento que apresentou menor valor de severidade da ferrugem asiática da soja diferindo-se significativamente do LD.

Theodoro et al. (2012), avaliando a interação entre populações de plantas e cultivares de soja semeadas em linhas cruzadas na severidade da ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi*), relatam que a severidade foi superior nas plantas cultivadas em linhas cruzadas em relação às linhas não cruzadas. Fato não constatado neste trabalho, pois apesar do sistema de semadura LC apresentar menor severidade da doença, não diferiu estatisticamente do sistema de semadura CV.

oares e Lonien (2007) avaliaram o efeito de semeadura de soja em dois espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,60 m), no desenvolvimento do fungo *P. pachyrhizi*, causador da ferrugem asiática e no controle da doença com fungicidas, com a mesma densidade total de plantas ha⁻¹. Os autores concluíram que não houve diferença significativa de severidade de ferrugem entre os dois espaçamentos. O que indicou provável efeito do microclima no progresso da doença e, nesse caso, bastante similar entre os dois sistemas de semeadura.

6.3 Número de vagens por planta, produtividade e peso de mil grãos (PMG)

O parâmetro agrônômico número de vagens por planta não apresentou diferença estatística quando os sistemas de semeadura foram comparados dentro dos níveis de pulverização com e sem AA. Diferença significativa foi constatada para esse parâmetro na testemunha, onde no sistema LC o número de vagens por planta foi maior apenas em relação AD (Tabela 5). Durante a condução do experimento observou-se visualmente o estiolamento de plantas de soja no sistema AD.

De acordo com Kantolic e Carmona (2006), a diferença entre o número de vagens se deve à deficiência na distribuição de carboidratos pela redução da radiação solar incidente, assim como estresses climáticos e estádios críticos podem reduzir o número de vagens por nó através do abortamento de flores nas ramificações dos setores medianos e inferiores do dossel. Na testemunha, o sistema LC foi o que apresentou maior número de vagens por planta, diferindo significativamente somente do sistema AD.

Tabela 5 – Média do número de vagens por planta em diferentes sistemas de semeadura e formas de manejo após pulverização fungicida no controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu, SP, safra 2012/13.

Sistema de semeadura	Número de Vagens por planta		
	Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha

Convencional	241,25aA	286,00aA	240,50abA
Linha dupla	301,33aA	232,75aA	247,5abA
Adensado	192,75aA	207,25aA	146,37aA
Cruzado	253,75aA	259,00aA	279,25bA

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 2,99^{\text{ns}}; P=0,0448$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 0,293^{\text{ns}}; P=0,7479$

$F_{\text{Sistema de semeadura} \times \text{Assistência de ar}}: 0,59^{\text{ns}}; P=0,7351$

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada nível de comparação não diferem pelo teste T(LSD) ($P < 0,05$)

Quando os sistemas de semeadura são avaliados separadamente comparando-se os níveis de pulverização nenhuma diferença estatística foi encontrada, demonstrando que não houve efeito da tecnologia de pulverização sobre o número de vagens nas plantas de soja nos diferentes sistemas de semeadura.

Pelos valores do sistema AD observa-se que dentro dos níveis de pulverização e dentro de cada sistema de semeadura apesar de não haver nenhuma diferença estatística exceto na testemunha, nota-se que o número de vagens foi menor em comparação aos demais sistemas de semeadura.

Com relação ao peso de mil grãos não houve diferença estatística entre os sistemas de semeadura quando comparados os tratamentos pulverizados com AA. Quando a pulverização foi realizada SAA, houve diferença estatística entre os sistemas de semeadura. O sistema LC foi o que apresentou maior peso de mil grãos, diferindo significativamente apenas do CV. Nos sistemas AD e LD o peso de mil grãos mostrou-se intermediário entre aqueles produzidos nos sistemas LC e CV.

Tabela 6 - Valores médios do peso de mil grãos em diferentes sistemas de semeaduras e formas de manejo no peso de mil grãos após pulverização fungicida no controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu, SP, safra agrícola 2012/13.

Sistema de Semeadura	Peso de Mil Grãos (PMG)		
	Com assistência de ar	Sem assistência de ar	Testemunha

Convencional	142,28aB	135,03aB	119,22aA
Linha dupla	146,05aB	143,08abB	121,96aA
Adensado	142,51aB	144,34abB	124,03aA
Cruzado	145,20aB	147,07bB	124,60aA

$F_{\text{Sistemas de sementeira}}: 1,694^{\text{ns}}; P=0,1873$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 39,12^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de sementeira} \times \text{Assistência de ar}}: 0,381^{\text{ns}}; P=0,8855$

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada nível de comparação não diferem pelo teste T(LSD) ($P<0,05$).

Quando as formas de pulverização são comparadas em cada sistema de sementeira a diferença estatística está presente em relação à testemunha, o que se considera normal por não receber nenhuma pulverização de fungicida. Os maiores valores para o peso de mil grãos foi encontrado nos tratamentos pulverizados com AA e SAA. Valores menores para essa característica agrônômica foram obtidos nas plantas não tratadas (testemunha).

Segundo Reis e Bresolin (2004) os danos da ferrugem da soja são relativos à redução do número de vagens, número de grãos cheios, peso de grãos e peso de grãos por planta, nota-se também reduções no conteúdo de óleos, porém sem decréscimos nos conteúdos de proteína.

Maladosso et al. (2010), avaliando espaçamento entrelinhas (0,30; 0,45 e 0,60 m) e programas de aplicação de fungicidas com aplicação por pulverizador costal pressurizado por CO₂ no controle de *P. pachyrhizi* em soja, relatam que o espaçamento de 0,30 m proporcionou o maior peso de mil grãos comparados a espaçamentos maiores que apresentaram menores AACPD.

Estes resultados corroboram em parte com o obtido no presente trabalho, pois apesar de sistemas de sementeira não diferirem estatisticamente na avaliação total da AACPD, quando comprados dentro dos tratamentos pulverizados SAA o sistema CV possui o menor valor de AACPD e o menor peso de mil grãos.

Quanto à produtividade da soja, não houve influência dos sistemas de sementeira tampouco da tecnologia de pulverização sobre esse fator (Tabela 7). Quando os sistemas de sementeira foram avaliados separadamente houve diferença estatística. Na sementeira

convencional o maior valor encontrado para a produtividade está nos tratamentos pulverizados sem AA, apesar deste não diferir estatisticamente quando a pulverização foi realizada com AA. Esse mesmo comportamento foi encontrado para os tratamentos, LD, AD e LC nos quais a menor produtividade foi encontrada nos tratamentos não pulverizados (testemunha).

Tabela 7 - Valores médios de produtividade (kg ha^{-1}) e incremento de produtividade (I %) da cultura da soja em diferentes sistemas de semeadura formas de manejo no controle *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, safra agrícola 2012/13.

Sistema de Semeadura	Produtividade				I(%) Testemunha
	Com assist. de ar (%)	I	Sem assistência de ar		
Convencional	3367,01aAB	-	3547,21aB	-	2876,20aA
Linha dupla	3659,71aB	+ 8,00	3578,08aB	+0,86	2861,26aA
Adensado	3838,92aB 12,29	+	3538,25aAB	-0,25	3014,58aA
Cruzado	3950,42aB	+14,78	3802,08aB	+6,70	3107,17aA

$F_{\text{Sistemas de semeadura}}: 1,57^{\text{ns}}; P=0,2144$

$F_{\text{Assistência de ar}}: 14,88^*; P<0,0001$

$F_{\text{Sistema de semeadura x Assistência de ar}}: 0,288^{\text{ns}}; P=0,9386$

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada nível de comparação não diferem pelo teste T(LSD) ($P<0,005$)

7 CONCLUSÃO

Os sistemas de semeadura convencional, linha dupla, adensado e cruzado, bem como o a assistência de ar junto à barra de pulverização não influenciaram sobre os níveis de depósitos da pulverização e no controle fitossanitário de *P. pachyrhizi* na cultura da soja cultivar DOW 5d688;

Não houve influência da tecnologia de pulverização e dos sistemas de semeadura sobre o número de vagens, peso de mil grãos, e produtividade da cultura da soja com a cultivar DOW 5d688;

Os indicadores de AACPD e incremento de produtividade apontam benefícios para adoção do sistema de semeadura em linhas cruzadas (LC), independente dos custos operacionais e para a mesma densidade de plantas na área quando comparado ao sistema de semeadura convencional;

Variações nos sistemas de semeadura, densidade de plantas na área e a interação desses fatores ainda necessitam de respostas consistentes para o adequado manejo fitossanitário e seleção da técnica de pulverização na cultura da soja.

8 REFERÊNCIAS

- ALVES, et al. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.3, 2007.
- ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. Safra 2008-2009 - **Tendências e desafios - Defensivos agrícolas**. ANDEF, 2008.
- ANDRADE, P.J.M.; ANDRADE, D.F.A.A. **Ferrugem asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira**. Brasília, DF Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 11p. (Circular Técnica n.11).
- ANTUNIASSI, U.R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G.V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap. 16, p.113-139.
- AZEVEDO, L.A.S. de; JULIATTI, F.C.; BARRETO, M. Resistência de genótipos de soja à *Phakopsora pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.3, p.252-257, 2007.
- BALAN, M.G.; ABI SAAB, O.J.G.; SASAKI, E.H. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.731-738, 2006.
- BARNI, N.A.; BERGAMASCHI, H. Técnicas culturais: alguns princípios técnicos para semeadura. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p.476-480, 1981.
- BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.271-276, 2000.
- BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v.22, n.2, p. 275-284, 2004.
- BENCHIMOL, R.L. et al. Ferrugem asiática da soja chega ao Pará. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA soja, 2004. p.137. (Documentos, 234).
- BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.
- CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: Publique, 1998. 293 p.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley e Sons, 1990. 532p
- CARVALHO, J.R; FIGUEIREDO.A.A. de.; et al. 2000. The real identity of the soybeans rust in Brazil. TeeJet South America. Documento Técnico BT- 05/99. São Paulo.15p.

CARNEIRO, L.C. **Caracterização epidemiológica da resistência parcial e análise da tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática**. 2007. 76f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2007.

CARVALHO, W.A.; ESPINDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental “Presidente Médici”. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas**, Botucatu, 95p. 1983.

CHRISTOVAM, R.S. et al. Air-assistance and low volume application to control of Asian rust on soybean crop. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v.50, n.3, p.354-359, 2010.

CISoja - **Centro de Inteligência da soja**. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br>>. Acesso em 08 de Agosto de 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos: décimo segundo levantamento**, set. 2012. Brasília: Conab, 2012. 30 p. Publicação mensal. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf>. Acesso em: 01 out. 2012.

CULTIVAR. Produtividade máxima. Revista cultivar – grandes culturas, ano 12, n. 136, p. 34, 2010.

DALL’AGNOL, A.; HIRAKURI, M.H. **Realidade e perspectivas do Brasil na produção de alimentos e agroenergia, com ênfase na soja**. Disponível em: <<http://www.redeagroenergia.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 01 jun. 2013.

DESLANDES, J.A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**. Belo Horizonte, n.4, p. 337-339. 1979.

EMBRAPA Soja. **Soja em números (Safra 2010/2011)**. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294. Acesso em 09 de jan. de 2013.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2003. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja Paraná 2003**, EMBRAPA, Londrina, PR, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: Embrapa STI, 2006. 412p.

FREITAS, S.M.; MARGARIDO, M.A.; BARBOSA, M.Z.; FRANCA, T.J.F. Análise da dinâmica de transmissão de preços no mercado internacional de farelo de soja, 1990-99. **Agricultura em São Paulo**, v.48, n.1, p.1-20, 2001.

- FURLAN, S.H. Impacto da ferrugem asiática da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, n.1, p.119-120, 2005.
- GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeito da Severidade de Oídio e Crestamento Foliar de *Cercospora* na Produtividade da Cultura da Soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília DF, v.29, n.5, p.526-531, 2004.
- GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília DF, v.31, n.1, p.63-68, 2006.
- GOMES, F.P. **A Soja**. 5ª ed. Nacional: 1990, 152p.
- HEIFFIG, L.S. Plasticidade da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes arranjos espaciais. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo / ESALQ. 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 da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.285-295, 2006.
- HYMOWITZ, T.; SHURTLEFF W.R. Debunking soybean myths and legends in the historical and popular literature. **Crop Science**, Madison, v.45, p.473-476, 2005.
- JOLY, A.B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 13. ed. São Paulo: Nacional, 2002. 777 p.
- JORGENSEN, L.; WITT, K.L. Spraying and the impact on the environment: Spraying technique in relation to approval and use of pesticides in Northern Europe. In: **HARDI INTERNATIONAL. Hardi international application technology course 2000**. Taastrup, 2000. v.1, chap.2, p.4-16.
- JUNIOR, J.N. **Ferrugem da soja. Goiânia**: 1 Imprensa, p.4-8, 2003.
- KANTOLIC, A.G.; CARMONA, M. **Bases fisiológicas de la generación de rendimiento: relación con el efecto de las enfermedades foliares y el uso de fungicidas en el cultivo de soja**. 1. ed. Buenos Aires: Editoria Facultad de Agronomía, 2006.
- KOCH, H. The evolution of application techniques in Europe. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996. Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC; UNESP, 1997. p. 30-38.
- KUNZ, V.L. **Dinâmica do ar em barra pulverizadora, com saída única e dupla, deposição da calda e controle da ferrugem asiática da soja**, 2010. 48 f. Tese (Doutorado em Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- LEVY, C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in southern Africa. **Plant Disease**, Saint Paul, v.89, p.669-674, 2005.

LIMA, S.F.; ALVAREZ, R.C.F.; THEODORO, G.F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K.S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.6, p.954-962, 2012.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v.2, 1994. 168p.

MALADOSSO, M.G.; DOMINGUES, L.S.; DEBORTOLI, M.P.; LENZ, G.; BALARDIN, R.S. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.40, n.11, p.2256-2261, 2010.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 2nd ed. London: Longman, 1992. 405p.

MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB International, 1993. 359p.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell Science, 2000. 432p.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; NETO, A.A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MISSÃO, M.R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Management: Revista de Ciências Empresariais**, Maringá, v.3, n.1, p.7-15, 2006.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. 1062 p.

OZKAN, E.; ZHU, H.; DERKSEN, R.; GULER, H. **Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust**. 2005. Disponível em: www.oardc.ohiotate.edu/FABE/FACULTY/Report_Rust_study_2005.pdf. Acesso em: 20.06.2012.

OZKAN, E. **Best spraying strategies to fight against soybean rust**. 2005. Disponível em: http://www.jacto.com/soybean_rust.html. Acesso em: 09. 2006.

PALLADINI, L.A. **Metodologia para a avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 110f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, v.34, n.2, 2004.

PEREIRA, F.R. da S.; CRUZ, S.C.S.; ALBUQUERQUE, A.W. de; SANTOS, J.R.; SILVA, E.T. da. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p. 69-74, 2008.

- PINTO, J.R. et al. Estabilidade à exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.1, p.105-107, 2007.
- PRADO, R.C.O. Soja é alimento e energia. In: YUYAMA, M.; SUZUKI, S.; CAMACHO, S.A. Boletim de Pesquisa de soja. **Fundação MT**, Rondonópolis, p.11-14, 2007.
- RAETANO, C.G. Assistência de ar em pulverizadores de barras. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U. R. (Eds.). **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: FEPAF, 2004. p.8-18. (CD-ROM)
- 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, p.105-6, 2007. Suplemento.
- RAETANO, C.G.; BAUER, F.C. Efeito da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.329-334, 2003.
- RAETANO, C.G.; MERLIN, A. Avanços tecnológicos no controle da ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, 2006. p.115-138.
- RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411, 2003.
- RAMOS, H.H.; MATUO, T.; BERNARDI, J.A. **Características da pulverização produzida por bicos Yamaho da série 'D'**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: 2001, 1 CD Rom
- RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Conceitos básicos de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa, 2008. p.155-157.
- REIS, E.M.; BRESOLIN, A.C.R. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: **Doenças na Cultura da Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte 2004. p 55-70.
- RINCÓN, C.A.; SILVA, L.C. Fenologia, area foliar y produccion de materia seca de três variedades de soya *Glycine max* (L.) Merr. Bajo Riego en condiciones de sabana. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 42, n. 3/4. p.175-190, 1992.
- ROBINSON, T.H. Large-scale ground-based application techniques. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. (Eds.). **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB International, 1993. p.163-186.
- SARTORI, S. **Equipamentos tratorizados para cultura de baixo fuste**: situação no Cone-Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997.p.110-112.

SCUDELER, F. et al. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.129-139, 2004.

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

SOARES, R.M.; LONIEN, G. **Efeito do espaçamento entrelinhas no desenvolvimento e controle da ferrugem da soja**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v.32, supl., p.s256-s256, 2007. (Resumo)

SOJA. **Agrianual 2005**: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, p.455-462, 2004.

TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

THEODORO, G.F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K.S.; PAPA, G.G.; LIMA, S.F.; ALVAREZ, R.C.F. **Interação entre população de plantas e cultivares de soja semeadas em linhas cruzadas na severidade da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 2012 Cuiabá/MT. Anais... 2012, Cuiabá: CD-ROM

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M. de; 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.

USDA (**United States Department of Agriculture**) Disponível em: <http://www.usda.gov/>. Acesso em: 29 nov 2012

VIGANÓ, L.; RAETANO, C.G. Assistência de ar e volumes de aplicação na deposição de calda e no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.734-741, 2007.

YORINORI, J.T; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. **Anais**, Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, p.94, 2002.

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

YORINORI, J.T. A ferrugem asiática da soja no continente americano: evolução, importância econômica e estratégias de controle. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A68 FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânea**. Uberlândia: EDUFU, 2005. p.21-37.