

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

**ARRANJO DE SEMEADURA DA SOJA SOBRE O RENDIMENTO DA
CULTURA E DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS**

DIEGO MIRANDA DE SOUZA

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

BOTUCATU – SP

Março - 2016

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

**ARRANJO DE SEMEADURA DA SOJA SOBRE O RENDIMENTO DA
CULTURA E DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS**

DIEGO MIRANDA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

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

BOTUCATU – SP

Março - 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Souza, Diego Miranda de, 1988-
S729a Arranjo de semeadura da soja sobre o rendimento da cultura e da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários / Diego Miranda de Souza. - Botucatu : [s. n.], 2016
vii, 64 f. : fots. color., grafs., ils. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Soja - Semeadura. 2. Defensivos vegetais - Tecnologia de aplicação. 3. Equipamento de pulverização. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

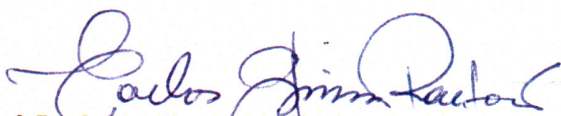
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "ARRANJO DE SEMEADURA DA SOJA SOBRE O RENDIMENTO DA CULTURA E DA
TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS"**

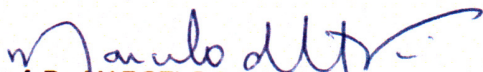
AUTOR: DIEGO MIRANDA DE SOUZA

ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

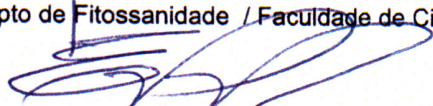
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO
Depto. de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu



Prof. Dr. MARCELO DA COSTA FERREIRA
Depto de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO
Depto. Produção Vegetal - Defesa Fitossanitária / Unesp - Dracena

Botucatu, 24 de fevereiro de 2016.

DEDICO

À minha família

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, em primeiro lugar;

À minha esposa, por inspirar o meu melhor todos os dias;

À minha filha, pela dádiva de sua presença em minha vida;

Aos meus pais, pelo apoio incondicional;

A minhas irmãs, pela confiança e amor fraterno;

Ao meu orientador, Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela nossa amizade e exemplo de profissionalismo;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da FCA/UNESP, por contribuir com meu crescimento profissional;

Aos amigos, do Núcleo de Estudos em Manejo Integrado de Pragas na Agricultura (AGRIMIP), do Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários (LTAPF), e da República Subaco de Cobra (SDC), que tanto contribuíram para meu crescimento pessoal;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da FCA/UNESP, pelo apoio nas atividades desenvolvidas em todo o curso;

À Seção de Pós-Graduação;

Aos funcionários do Departamento de Proteção Vegetal.

SUMÁRIO

1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	4
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1 Cultura da soja (<i>Glycine max</i>).....	6
4.2 Distribuição espacial de plantas de soja.....	7
4.3 Ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	10
4.4 Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários na soja	12
4.5 Adjuvantes na pulverização de produtos fitossanitários na cultura da soja.....	13
4.6 Assistência de ar na pulverização de produtos fitossanitários na cultura da soja.....	15
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 Local e instalação dos experimentos	17
5.2 Delineamento experimental e descrição dos arranjos de semeadura (tratamentos)...	19
5.3 Controle de plantas daninhas e insetos-praga	21
5.4 Análise estatística dos dados.....	21
5.5 Experimento 1: Influência do uso de adjuvante sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura de soja.....	21
5.5.1 Equipamentos e taxa de aplicação.....	21
5.5.2 Composição da calda.....	22
5.5.3 Avaliações da pulverização	23
5.5.3.1 Avaliação quantitativa da pulverização.....	23
5.5.3.2 Avaliação qualitativa da pulverização.....	25
5.5.4 Avaliação da doença Ferrugem Asiática da Soja (FAS)	26
5.5.5 Avaliação da incidência de pragas	26
5.5.6 Características agronômicas	27

5.5.7 Avaliações pós-colheita.....	28
5.5.8 Danos de percevejos nas sementes.....	29
5.6 Experimento 2: Influência da assistência de ar na barra sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura.....	30
5.6.1 Avaliações da pulverização.....	31
5.6.2 Avaliações pós-colheita.....	31
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6.1 Experimento 1: Influência do uso de adjuvante sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura	32
6.1.1 Condições meteorológicas no momento das pulverizações	32
6.1.2 Precisão do método analítico.....	33
6.1.3 Avaliação quantitativa da pulverização.....	34
6.1.4 Avaliação qualitativa da pulverização.....	36
6.1.5 Avaliação da doença Ferrugem Asiática da Soja (FAS).....	38
6.1.6 Avaliação de insetos-praga.....	38
6.1.7 Avaliação das variáveis agronômicas, danos de percevejos, massa de mil grãos e produtividade.....	40
6.2 Experimento 2: Influência da assistência de ar na barra sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura.....	46
6.2.1 Condições meteorológicas no momento da pulverização	46
6.2.2 Precisão do método analítico.....	47
6.2.3 Avaliação quantitativa da pulverização.....	47
6.2.4 Avaliação quantitativa da pulverização.....	50
6.2.5 Avaliação da doença Ferrugem Asiática da Soja (FAS).....	51
6.2.6 Avaliação da massa de mil grãos e produtividade	51
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
8 CONCLUSÕES	55
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 RESUMO

A crescente preocupação com um eficiente controle fitossanitário e produtividade das lavouras, aliado ao respeito ao meio ambiente e a segurança alimentar, tem induzido a busca por novos sistemas de produção de soja. Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da distribuição espacial das plantas de soja na tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, com o uso de adjuvante (experimento 1) e assistência de ar (experimento 2), por meio de avaliações qualitativas e quantitativas da pulverização, bem como sobre a incidência de insetos-praga e rendimento da cultura. O delineamento experimental em ambos os experimentos foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições, no esquema de parcelas sub-divididas. Os tratamentos foram cinco arranjos de semeadura: 1. Convencional, com espaçamento de 0,4 m entre linhas (CO); 2. Cruzado, com uma segunda semeadura convencional, perpendicular à primeira (CR); 3. Fileiras duplas, duas linhas de soja espaçadas a 0,2 m entre si e a 0,4 m da próxima dupla (FD1); 4. Fileiras duplas, duas linhas de soja espaçadas a 0,2 m entre si e a 0,6 m da próxima dupla (FD2); 5. Adensado, com espaçamento de 0,2 m entre linhas (AD). As sub-parcelas foram duas tecnologias de aplicação, no experimento 1: pulverização de calda fungicida com adjuvante (PCA) e sem adjuvante (PSA) e no experimento 2: pulverização de calda fungicida com (CAA) e sem assistência de ar (SAA) na barra. O depósito da pulverização foi avaliado com o marcador Azul Brilhante na concentração de 1,5 g L⁻¹. Em laboratório fez-se a extração do marcador dos folíolos da parte superior, média e inferior das plantas por lavagem com água destilada e a sua quantificação por espectrofotometria. A avaliação da cobertura da pulverização (avaliação qualitativa) foi em cartões de papéis hidrossensíveis, com a digitalização da

imagem na resolução mínima de 600 dpi e análise pelo software Gotas[®]. No geral, não houve efeito dos diferentes arranjos de semeadura da soja sobre os níveis de depósitos e cobertura da pulverização, tampouco sobre as variáveis: massa de mil grãos e produtividade da soja.

Palavras chave: Arranjos de semeadura, *Glycine max*, tecnologia de aplicação, pulverização.

SPATIAL DISTRIBUTION OF SOYBEAN PLANTS ON PESTICIDE APPLICATION TECHNOLOGY. Botucatu, 2016. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista.

Author: DIEGO MIRANDA DE SOUZA

Adviser: CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

The increase concern linked to plant health and crop yields, coupled with respect for the environment and food security, has induced the search for new soybean production systems, as well as its relationship with the pest control. This study aimed to evaluate the influence of the spatial distribution of soybean plants in the application of pesticides technology, with the adjuvant use (experiment 1) and air assistance (experiment 2), by means of spray qualitative and quantitative assessments as well as the incidence of insect pests and crop yield. The experimental design in both experiments was a randomized block design, with 5 treatments and 4 replications in split-plot scheme. The treatments were five sowing arrangements: 1) Conventional, with spacing of 0.4 m between rows (CO); 2) Cross, with conventional sowing a second, perpendicular to the first (CR); 3) Rows doubles, two soybean lines spaced at 0.2 m apart and 0.4 m from the next double (FD1); 4) double rows, two soybean lines spaced at 0.2 m apart and 0.6 m from the next double (FD2); 5) Dense, with spacing of 0.2 m between rows (AD). The sub-plots were two application technologies in experiment 1: fungicide spray with adjuvant (PCA) and without adjuvant (PSA) and in experiment 2: fungicide spray with (CAA) and without air assistance (SAA) on spray boom. The spray deposit was evaluated with Brilliant Blue marker at a concentration of 1.5 g L⁻¹. In laboratory made the extraction of the marker, on the leaflets of the top, middle and bottom parts of the plants by washing with distilled water and dye quantified by spectrophotometry. The evaluation of spray coverage (qualitative assessment) was in water-sensitive paper, with image scanning at a minimum resolution of 600 dpi and analysis by Gotas® software. Overall, there was no effect of different soybean sowing arrangements on deposits and spray coverage, either on the variables: plant height, thousand grain weight, incidence of insect pests and soybean yield.

Keywords: sowing arrangements, *Glycine max*, application technology, spray.

3 INTRODUÇÃO

A cultura da soja possui expressiva relevância econômica no cenário nacional. A expectativa de produção de grãos para safra 2015/16 passa de 100 milhões de toneladas de soja, em 33 milhões de hectares plantados, o que representa mais de 55% da área cultivada em grãos no Brasil (BRASIL, 2015).

Para suprir a demanda desta cultura o sistema produtivo passa por constante atualização, com a otimização do uso de recursos e insumos disponíveis envolvidos com a produção. Com base nessa premissa variações na distribuição espacial das plantas é um recurso a ser explorado.

A cultura da soja possui a característica de se adaptar às condições ambientais e de manejo por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes da produtividade agrícola, mas ainda são incipientes os conhecimentos das interações entre população de plantas e variação na distribuição espacial delas na área tampouco do efeito dessas interações sobre a fitossanidade da cultura.

Ainda que novos arranjos de semeadura possam contribuir na exploração do potencial produtivo, o impacto no controle fitossanitário das lavouras necessita ser mais estudado.

Variações na distribuição espacial das plantas de soja podem influenciar no microclima e, conseqüentemente na epidemiologia das doenças, na matocompetição, bem como na incidência de agentes fitopatogênicos, além de interferir na fisiologia das plantas e variáveis da produção.

A prevalência do controle químico como tática de manejo, via de regra sob forma de pulverização, também pode ser influenciada quando adotado novos arranjos de semeadura, como na manutenção de quantidade suficiente do produto para controlar o alvo biológico, ou do controle, como exemplo o efeito “guarda-chuva” nos espaçamentos menores das entrelinhas de semeadura na cultura da soja.

Existem técnicas de aplicação que podem incrementar a deposição e a cobertura do alvo, bem como o espalhamento do produto fitossanitário. Dentre as técnicas acessíveis aos agricultores está o uso de adjuvantes adicionados à calda de pulverização e a assistência de ar na barra de pulverização. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de diferentes arranjos de semeadura de soja na tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários com o uso ou não de adjuvante à calda fungicida e da assistência de ar na barra, por meio de avaliações qualitativas e quantitativas da pulverização, bem como sobre a incidência de insetos-praga e rendimento da cultura.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultura da soja (*Glycine max*)

A planta de soja é originária da costa leste da Ásia, na China, e classificada como pertencente ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill (EMBRAPA SOJA, 2004). É uma planta anual, herbácea, ereta e autógama. Sua altura pode variar ao redor de 0,2 a 1,5 metros, seu desenvolvimento completo pode levar até 75 dias, para as cultivares mais precoces, e 200 dias para as tardias, conforme as condições de cultivo (SEDIYAMA, 2009).

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo e seu alto teor de proteínas proporcionou múltipla utilização dos seus grãos, além da formação de um complexo industrial (ARANTES e SOUZA, 1993). Os diferentes usos da soja podem ser agrupados em: grãos, farelo, óleo, farinha de soja desengordurada e sob forma de proteína isolada, os quais possuem funções comestíveis e industriais (EMBRAPA SOJA, 2004).

No início do século XX, por volta de 1909 a 1913, a China era responsável por cerca de 71,5% da produção mundial dessa oleaginosa. Em 1930, os Estados Unidos da América - EUA se tornavam os maiores produtores e, em 1956, líder mundial na exportação dessa leguminosa (MANICA e COSTA, 1996).

No Brasil, a soja foi introduzida no estado da Bahia, em 1882, posteriormente levada para o estado de São Paulo, onde surgiram os primeiros resultados experimentais conduzidos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e levada ao Estado do Rio Grande do Sul onde teria início sua produção comercial, por volta de 1935. A grande expansão pelo país teve início a partir de 1970 e, em 1974, sua produção já era maior que a da China, tornando-se o segundo maior produtor de soja do mundo (SEDIYAMA, 2009).

A soja é uma das culturas agrícolas de maior relevância econômica no Brasil, na safra 2013/14, as exportações da cadeia produtiva de soja foram responsáveis por quase 31 bilhões de dólares e 12,8% do total exportado pelo país (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014). Segundo estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, a cultura da soja é responsável por mais de 55% da área cultivada em grãos no país e espera-se produzir, na safra 2015/16, ao redor de 100 milhões de toneladas de grãos de soja. Mais da metade de toda a produção se destina à exportação. Estima-se que o consumo interno anual seja 42,95 milhões de toneladas (BRASIL, 2015).

O Brasil juntamente com os EUA e Argentina representam ao redor de 80% da produção da oleaginosa (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014). Os EUA é atualmente o maior produtor mundial. No entanto, devido às extensas áreas agricultáveis que ainda possui, o Brasil pode ultrapassar essa posição.

O desenvolvimento da cultura da soja nas últimas décadas pode ser atribuído em parte pelo uso de tecnologia e inovações no manejo. São exemplos do avanço tecnológico o sistema de plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) e o controle fitossanitário, os quais conferiram mais sustentabilidade ao crescente aumento na produção de soja (GAZZONI, 2013). Além de todas as inovações, algumas técnicas de manejo passam por atualização e aprofundamento nas pesquisas, como é o caso da distribuição espacial de plantas de soja.

4.2 Distribuição espacial de plantas de soja

A arquitetura de plantas de soja pode ser alterada pelas condições meteorológicas, melhoramento genético e pela distribuição espacial das plantas de soja. As modificações nesta última, também conhecida como arranjos de semeadura (Carvalho et al., 2013), arranjos espaciais (Holtz et al., 2014) ou arranjos de plantas (Rambo et al.,

2004); têm sido mais estudadas atualmente e baseiam-se no fato que a arquitetura do dossel influencia diretamente a atividade fotossintética por alterar a interceptação de luz solar pelas folhas. Portanto, 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 (RAMBO et al., 2003).

A cultura da soja possui a característica de se adaptar às condições ambientais e de manejo por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes da produtividade agrícola, característica conhecida como alta plasticidade. Tais modificações podem estar relacionadas com a população de plantas e espaçamento entrelinhas, o que destaca a necessidade do conhecimento de suas interações para estabelecer o conjunto de práticas mais favoráveis à produtividade (HEIFFIG, 2002).

A população de plantas de soja dentro de uma mesma área, analisada isoladamente, é apresentada como um dos fatores mais influenciados pela alta plasticidade da cultura, já que, não apresenta diferenças significativas na produtividade. A cultura da soja é capaz de alterar sua morfologia, o que pode compensar a redução na população de plantas, limitando o efeito no rendimento dos grãos ao aumentar a produção individual de vagens (PEIXOTO et al., 2000). Segundo Endres (1996), desde que exista uma distribuição uniforme, a população de plantas nem sempre impacta na produtividade.

Alguns fatores são importantes para o manejo da cultura: a planta fica mais alta em populações maiores e mais baixa em densidades menores; a velocidade de fechamento das entrelinhas também é influenciada pela densidade, fechando mais rápido em maiores populações; o acamamento pode ocorrer em altas populações. Todos esses fatores são também influenciados pelas condições ambientais como a altitude, o clima, a fertilidade do solo, o local, a época de semeadura, além do hábito de crescimento da cultivar. Em caso de solos mais férteis ou condições mais favoráveis ao acamamento indica-se de 200 a 250 mil plantas por hectare e, de modo geral, cultivares de porte alto e de ciclo longo requerem populações mais baixas (EMBRAPA, 2011).

Por outro lado, o espaçamento entrelinhas pode alterar de maneira mais evidente o potencial produtivo de um cultivar de soja. Segundo Pires et al. (1998), o espaçamento entrelinhas pode resultar em modificações, como: a quantidade de matéria seca acumulada; fechamento da área da entrelinha; área foliar e índice de área foliar, que podem variar o rendimento de grãos.

No Brasil, os produtores utilizam, convencionalmente, uma população em torno de 300 mil plantas por hectare e o espaçamento entrelinhas de semeadura ao redor de 0,45 a 0,50 m (THOMAS e COSTA, 2010). Com base nesta consonância em relação aos arranjos das plantas, outras atualizações foram introduzidas no manejo da cultura nas últimas décadas, como novos cultivares, o sistema de plantio direto, o uso de transgênicos e a adoção de cultivares de tipo indeterminado de crescimento. Novos arranjos de plantas podem ser mais adequados ao aumento na produtividade, manejo fitossanitário e redução de custos, neste novo cenário (BALBINOT JUNIOR et al., 2014).

Com o propósito de intensificar o uso dos recursos e insumos disponíveis na produção de soja, novos arranjos de semeadura estão sendo propostos e avaliados nas regiões produtoras. Os espaçamentos entre linhas não convencionais são: fileira dupla, com duas linhas próximas espaçadas de 0,20 m distantes de 0,40 a 0,80 m de outras duas linhas, (FD); adensado, ao redor de 0,20 m, (AD); e cruzado, semeadura convencional no formato de tabuleiro, linhas espaçadas de 0,40 a 0,50 m, perpendiculares (CR). Diferenças entre os mesmos arranjos podem ser encontradas em função de particularidades da semeadora e do sistema de cultivo.

A modificação na configuração do espaçamento da semeadora, com a retirada de uma ou mais fileiras inteiras, fileiras duplas (FD) é uma técnica há muito tempo utilizada na Austrália. Nos EUA é utilizado com frequência, inclusive, pelo recordista mundial de produtividade de soja, produtor do Estado do Missouri. Nesse arranjo de plantas, pode haver alta penetração de luz e agroquímicos no dossel, melhorando a taxa fotossintética, a sanidade e a longevidade das folhas próximas ao solo, o que pode maximizar a produtividade de grãos, mas a grande dificuldade para o desenvolvimento deste arranjo é a falta de opções de semeadoras adaptadas (PROCÓPIO et al., 2014). Vale ressaltar, nesse caso, que a cultivar é precoce.

O sistema de redução do espaçamento entrelinhas de plantio de soja é uma tendência atual, em que as densidades menores, em torno de 10 a 15 plantas por metro, vêm sendo utilizadas com sucesso, pois além de não reduzirem significativamente a produtividade, proporcionam redução nos custos de produção (TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002). Algumas vantagens em relação ao sistema convencional podem ser consideradas no sistema de espaçamento entre linhas reduzido, tais como: otimização dos fatores da terra, máquinas, implementos e insumos, menos degradação das áreas

exploradas, melhor controle de plantas daninhas, maior eficiência do uso da água, maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e precocidade na colheita. Entretanto, também há alguns riscos como a maior possibilidade de incidência de pragas e doenças, menor número de frutos por planta e menor peso dos grãos (CHIAVEGATO et al., 2010).

O sistema de semeadura chamado “plantio cruzado” surge como uma alternativa e inovação para melhor aproveitamento da área em produções de soja, pois busca uma melhor alocação das plantas na área. O sistema possui uma forma diferente de semeadura, se caracteriza por duas semeaduras de forma convencional (CO), sendo a segunda, realizada de forma perpendicular a primeira semeadura. O maior adensamento da cultura, em semeadura cruzada, proporciona um microclima diferenciado que pode favorecer o estabelecimento de alguns destes patógenos, como mofo branco e a ferrugem asiática (LIMA et al., 2012). De acordo com Souza (2013), ainda não existem informações sobre a densidade adequada de semente por hectare e pode variar dependendo da cultivar, região, fertilidade e época de plantio.

Um indicativo do potencial de aumento da produtividade com o uso da semeadura da soja em linhas cruzadas (CR) 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 linhas cruzadas, técnicas de manejo adequadas e contando com condições climáticas ideais (CULTIVAR, 2010).

Apesar de limitado o número dos estudos em relação aos efeitos dos arranjos de semeadura de soja na tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, algumas particularidades ligadas à disposição espacial das plantas podem sugerir algumas estimativas. Diferenças na penetração das gotas durante as aplicações no dossel (efeito “guarda-chuva”) e ambientes mais favorável à ocorrência de algumas doenças como a ferrugem asiática, podem ser encontradas em determinados arranjos.

4.3 Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

Dentre as doenças que atacam a cultura da soja, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. e P. Syd., é considerada uma das mais importantes, devido ao seu alto potencial destrutivo e a dificuldade no controle (YORINORI et al., 2002).

Pode ser encontrada em praticamente todas as regiões produtoras do Brasil, pela fácil disseminação pelo vento e condições de desenvolvimento favoráveis. A doença causada por *P. pachyrhizi* foi descrita pela primeira vez no Japão, em 1902, sendo diagnosticada na América do Sul em março de 2001, no Paraguai e, em maio do mesmo ano, no Brasil (YORINORI et al., 2002).

Causa rápido amarelecimento e queda de folhas, e quanto mais cedo a desfolha, menor é o rendimento dos grãos. Os primeiros sintomas da doença são caracterizados por pequenos pontos, ao redor de 1 mm de diâmetro, de coloração pouco mais escura que o tecido sadio da folha e com protuberância (urédios) correspondente na página inferior da folha. Paulatinamente, os urédios, adquirem cor castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, liberando os uredósporos. Os uredósporos, que inicialmente de coloração hialina, se tornam bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são disseminados pelo vento. À medida que ocorre a esporulação o tecido da folha ao redor dos urédios adquirem coloração castanho-clara a castanho-avermelhada, formando assim lesões visíveis em ambas as superfícies da folha. Os urédios que deixam de esporular apresentam as pústulas com os poros abertos (ALMEIDA et al., 2005).

Há dois tipos de esporos conhecidos de *P. pachyrhizi*: uredósporos e teliósporos, no entanto os uredósporos são os mais comuns, e se estabelecem na fase epidêmica. A penetração ocorre de forma direta através da cutícula. O processo de infecção depende de água livre na superfície da folha, no mínimo 6 horas de molhamento foliar, e com um máximo de infecção de 10 a 12 horas. Temperaturas entre 15 e 28°C são favoráveis para infecção (ALMEIDA et al., 2005). O agente causal da doença apresenta grande variabilidade patogênica, sendo assim, existem várias raças identificadas em todo o mundo.

O controle da ferrugem asiática através da resistência vertical é dificultado pela existência de diversas raças. No entanto, algumas medidas de manejo podem contribuir para o controle como: plantio de cultivares de ciclo mais curto; eliminação de plantas voluntárias de soja, que podem servir como hospedeiras ao fungo durante a entressafra; e o monitoramento, para que o uso do controle químico seja realizado no momento correto. Apesar das medidas de manejo existentes, ainda assim se faz necessário o uso do controle químico visto sua viabilidade para evitar perdas (ANDRADE e ANDRADE, 2006).

Os fungicidas dos grupos triazol e estrobilurina são os mais indicados para o controle da doença (ALMEIDA et al., 2005), bem como o a utilização do grupo químico estrobilurina em mistura com o grupo químico carboxamida. Atualmente estão registrados 117 produtos fitossanitários no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA para o controle desta doença (AGROFIT, 2016).

Com a finalidade de melhorar o desempenho dos fungicidas a campo, é substancial incrementar a deposição da calda de pulverização nos folíolos de soja mais propensos ao desenvolvimento da doença e reduzir perdas ocasionadas pela deriva, para isso, o emprego de tecnologias para a aplicação de produtos fitossanitários tornam-se fundamentais.

4.4 Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários na soja

A aplicação de produtos fitossanitários na soja é, via de regra, realizada por pulverização. O líquido pulverizado deve ser depositado no alvo, local que proporcione a máxima eficácia de controle ao agente patogênico, de forma direta ou indireta. A forma direta: é quando se coloca o produto em contato com o alvo no momento da aplicação e a forma indireta é quando se atinge o alvo posteriormente a aplicação, por processos de redistribuição, como translocação sistêmica ou pelo deslocamento superficial do produto depositado (MATUO, 2010).

A aplicação de produtos fitossanitários é considerada uma atividade de baixa eficiência, pois mesmo com a definição clara do alvo, as perdas são recorrentes. A eficiência do processo de aplicação pode ser expressa pela relação percentual entre a dose teórica requerida e dose real empregada. A baixa eficiência das aplicações pode ser evidenciada pela dose real empregada ser muito superior à dose teórica requerida para o controle de determinado alvo (COMBELLACK, 1981). No entanto, Matuo (1990) relata que a evolução nos processos de aplicação nos seus vários aspectos deverá melhorar a eficiência, de forma que o produto fitossanitário seja utilizado em quantidade mínima, mas com máxima eficiência.

Para escolher a melhor estratégia de controle deste patógeno deve-se levar em consideração que a maioria dos fungicidas sistêmicos registrados para o controle de *P. pachyrhizi* apresentam a movimentação acropetal, no sentido da base para o ápice da folha, e não são translocados de uma folha para outra (ANTUNIASSI, 2005).

Devido às particularidades do patógeno e dos fungicidas disponíveis, se faz necessário uma maior eficiência na cobertura do alvo pela calda de pulverização. Há uma relação direta entre cobertura do alvo e o volume de aplicação e indireta com o tamanho das gotas (COURSHEEE, 1967).

O volume líquido recomendado nas aplicações varia conforme o produto e a praga alvo, e no passado foram estabelecidas faixas de volume para culturas agrícolas e florestais (alto, médio, baixo, muito baixo, e ultra baixo volume) (MATTHEWS, 1992). No entanto, Matuo (1990) e Raetano et al., (2011) afirmam que o estágio de desenvolvimento da cultura deve ser considerado para se ajustar o volume de aplicação.

Raetano et al. (2011) relatam que a redução no volume de aplicação exige redução no tamanho das gotas de pulverização para manter o nível de cobertura exigido sobre o alvo biológico. Ao fracionar a calda em gotas de menor diâmetro, aumenta-se a superfície específica, o que mostra uma desvantagem do uso da água como diluente, visto sua volatilidade. Segundo Boller e Raetano (2011), o tamanho de gotas afeta a qualidade da pulverização, já que interferem na deriva, na evaporação, na penetração no dossel da cultura e na deposição da calda no alvo. A redução do tamanho de gota pode promover aumento na penetração e da cobertura do alvo, mas, esse ajuste também pode agravar a deriva.

Em função destas variáveis, para uma pulverização eficiente deve-se considerar a seleção das pontas e 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, 2009).

Algumas tecnologias utilizadas na aplicação de produtos fitossanitários podem promover redução de deriva, aumento da cobertura foliar e incremento nos depósitos de pulverização. Dentre as técnicas disponíveis ao agricultor podem ser citadas o uso de adjuvantes, bem como a assistência de ar na pulverização.

4.5 Adjuvantes na pulverização de produtos fitossanitários na cultura da soja

Atualmente são registrados 28 produtos como adjuvantes, 19 como espalhante adesivo e 19 como espalhante/adjuvante, no Ministério da Agricultura Pecuária

e Abastecimento - MAPA, o que perfaz um total de 66 produtos (AGROFIT, 2016). Segundo Araújo e Raetano (2011), devido à dificuldade em isolar as propriedades destes produtos e sua descrição incompleta na legislação, é oportuno que todos sejam classificados como adjuvantes.

Os adjuvantes podem interferir nas propriedades físicas e químicas da calda de pulverização, facilitando o processo de pulverização e melhorando a eficácia dos produtos fitossanitários indiretamente, já que podem reduzir os efeitos negativos que interferem nas aplicações (MCMULLAN, 2000). Podem colaborar no desempenho dos produtos fitossanitários, principalmente: aumentando a quantidade do produto no alvo ou influenciando positivamente na sua absorção (PERIM, 2011), além de melhorar a penetração, o espalhamento, e interferir no espectro de gotas, de maneira que também interfiram na deriva (CUNHA et al., 2003).

Com toda a diversidade da classe de adjuvantes, a escolha de um produto adequado torna-se complexa. É ideal portanto que a recomendação seja atrelada à capacidade do produto em causar o efeito esperado na calda fitossanitária, além de atentar para efeitos não desejados como fitotoxidez, redução do tamanho de gotas (deriva) (MARTINI et al., 2015) e formação de espuma (CUNHA et al., 2009).

Dentre os adjuvantes, os surfatantes são os mais utilizados, tem função de reduzir a tensão superficial da calda, diminuindo as forças de atração entre as moléculas do líquido. Com isso promovem a qualidade da pulverização e aumentam a área de contato da gota com a superfície vegetal (ARAÚJO e RAETANO, 2011).

Diferentes adjuvantes são utilizados na soja, e variam em função do produto fitossanitário escolhido e recomendação do fabricante. Segundo Cunha et al. (2014), a adição de adjuvantes à calda de pulverização pode ser importante, mas não deve ser prática generalizada pois apresenta comportamento distinto em cada tipo de aplicação. Soma-se o fato de existir grande diferença entre os adjuvantes comerciais, o que ocorre mesmo em produtos considerados semelhantes.

A diferente distribuição espacial de plantas de soja na área pode interferir diretamente na distribuição e na eficiência da pulverização. Por isso, a adição de adjuvantes à calda pode ser sinérgica à alteração de arranjos espaciais na deposição do produto fitossanitário.

4.6 Assistência de ar na pulverização de produtos fitossanitários na cultura da soja

A pulverização assistida por ar surgiu com a necessidade de melhorar a qualidade da aplicação e de reduzir o efeito da deriva (SARTORI, 1997). Apesar de constituir uma técnica já consagrada nas culturas arbóreas com os denominados pulverizadores de jato transportado (turbo-pulverizadores), nas pulverizações em culturas anuais sua adoção ainda não é consenso.

O equipamento é provido de um ventilador axial que abastece com um grande volume de ar uma manga ao longo da barra, formando uma cortina de ar, esta proporciona o arraste das gotas para o interior do dossel das plantas (MATTHEWS, 2000). A velocidade do ar é regulável, mas sofre variações ao longo da barra e comumente se obtêm maiores velocidades do ar próximo à seção central da barra (RAETANO, 2002).

Os pulverizadores de barra horizontal assistidos por ar oferecem a oportunidade de lançar gotas finas para o interior do dossel, com possível redução das limitações do uso desta classe de gotas. Além disso, o ar movimenta as folhas das plantas expondo partes baixas à maior quantidade de produtos fitossanitários do que a aplicação convencional, com aumento da probabilidade do produto ser depositado na base da planta (MATTHEWS, 2000).

Alguns estudos apontam vantagens da utilização dessa tecnologia quando comparada à aplicação convencional. Segundo Cristovam et al. (2010), a assistência de ar incrementou o depósito da pulverização na cultura da soja, bem como o potencial produtivo das plantas em relação à pulverização convencional. Prado et al. (2010) relataram que a assistência de ar junto à barra de pulverização, nas velocidades de 11 e 29 km h⁻¹, proporcionou melhores níveis de depósito na parte inferior das plantas de soja, além de incrementar o controle da ferrugem asiática.

Aguiar Júnior et al. (2011) avaliaram diferentes velocidades do ar gerado pelo ventilador e a combinação com adjuvante em pulverização. Os autores constataram que a assistência de ar não influenciou os níveis dos depósitos da pulverização. Apenas quando a velocidade máxima do ar foi associada ao adjuvante, a calda fungicida pulverizada proporcionou melhor eficácia no controle da ferrugem asiática e incremento na produtividade.

A assistência de ar na pulverização tem maior potencial de eficiência em culturas de maior enfolhamento e difícil penetração. Seu uso em plantas rasteiras, de baixa vegetação, ou em solo descoberto, pode até incrementar a deriva, pela reflexão da pulverização/ar no solo (MATTHEWS, 2000). Com base nas variáveis da pulverização com assistência de ar, a distribuição espacial de plantas de soja pode tornar a pulverização mais eficiente em função do arranjo, tornando o controle fitossanitário mais eficiente e seguro.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local e instalação dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos na Faculdade de Ciências Agronômicas (UNESP/FCA) - Campus de Botucatu, em área experimental, pertencente às Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão - FEPE, localizada às margens da estrada Alcides Soares, a uma altitude de 724 metros e coordenadas: 22°48' S e 48°25' O (Figura 1).



Figura 1. Localização da área experimental em relação à sede da FEPE. Botucatu-SP, 2015.

A área destinada aos experimentos possui solo classificado como Latossolo Vermelho, segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Na pré-semeadura foi realizado o preparo de solo convencional, com uma aração e duas gradagens.

As sementes foram previamente submetidas ao tratamento químico com fungicidas carboxina e tiran (Vitavax-Thiran[®] 200 SC), inseticida tiametoxam (Cruizer 350 FS[®]) e inoculante *Bradyrhizobium* (Biomax[®]), nas doses de 250, 150 e 200 mL do produto comercial para cada 100 kg de sementes, respectivamente, com auxílio de uma máquina de tratamento de sementes da marca comercial Mecmaq[®].

A semeadura foi realizada no dia 29 de outubro de 2014, com sementes da cultivar 634 D com tecnologia RR (Roundup Ready[®]), da marca comercial Dow AgroSciences[®], com semeadora-adubadora da marca comercial Semeato[®] modelo SHM 15/17. A adubação foi realizada no momento da semeadura com 200 kg do formulado comercial 04-20-20 (N-P-K) para todos os tratamentos, em função da análise química do solo.

A população de plantas de soja foi mantida em 400 mil plantas por hectare, após desbaste realizado aos 21 dias após a emergência (DAE), para todos os tratamentos. Segundo Tourino et al. (2009), a semeadora de fluxo contínuo apresenta uma menor densidade real de plantas e uma menor uniformidade nos espaçamentos entre plantas, comparada as semeadoras do tipo pneumático à vácuo, a fim de compensar esta desuniformidade foi escolhida uma população de plantas mais próxima do máximo recomendado pela empresa fabricante da cultivar utilizada (300 a 400 mil), para essa região e altitude (Região 2, Microrregião 203 e altitude maior que 500 m).

Em função dos diferentes espaçamentos, cada arranjo exhibe uma quantidade de metros de linha ha⁻¹ e número de plantas por metro de linha, conforme exibido na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos arranjos de semeadura, metros de linha ha⁻¹, número de plantas por metro e gramas do formulado N-P-K (04-20-20) para uma população de 400 mil plantas nos respectivos tratamentos.

TRAT.	Descrição	Espaçamento (m)	Metros de linha ha ⁻¹	Número de plantas m ⁻¹	Gramas de adubo m ⁻¹
1	Convencional (CO)	0,4	25.000	16	8
2	Cruzado (CR)	0,4	50.000	8	4
3	Fileira dupla 1 (FD1)	0,2 x 0,4	33.333	12	6
4	Fileira dupla 2 (FD2)	0,2 x 0,6	25.000	16	8
5	Adensado (AD)	0,2	50.000	8	4

5.2 Delineamento experimental e descrição dos arranjos de semeadura (tratamentos)

Dois experimentos foram conduzidos no delineamento experimental de blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos no esquema de parcelas subdivididas. No Experimento 1, na análise dos depósitos e cobertura da pulverização, foram considerados: 5 arranjos de semeadura x 2 técnicas de aplicação (com adjuvante e sem adjuvante) x 3 partes da planta (superior, médio e inferior), em 4 repetições. Nas análises de severidade da ferrugem asiática, incidência de pragas, características agronômicas e pós-colheita foram considerados 5 arranjos de semeadura x 3 técnicas de aplicação (com adjuvante, sem adjuvante e testemunha sem aplicação), em 4 repetições. No experimento 2, na análise dos depósitos e cobertura da pulverização, foram considerados: 5 arranjos de semeadura x 2 técnicas de aplicação (com assistência de ar na barra e sem assistência de ar) x 3 partes da planta, em 4 repetições. Nas análises de severidade da ferrugem asiática e pós-colheita foram considerados 5 arranjos de semeadura x 3 técnicas de aplicação (com assistência de ar na barra, sem assistência de ar e testemunha sem aplicação), em 4 repetições.

Foram comparados cinco arranjos de semeadura: 1 - espaçamento de 0,40 m entre linhas, denominado convencional (CO); 2 - espaçamento perpendicular (ângulo de 90°) de 0,40 m entre linhas, do CO, denominado linhas cruzadas (CR); 3 - 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, denominado fileiras duplas (FD1); 4 - espaçamento com duas linhas de soja espaçadas entre si com espaçamento “interno” de 0,20 m e com espaçamento “externo” de 0,60 m entre linhas, denominado fileiras duplas (FD2) e 5 - espaçamento de 0,20 m entre linhas, denominado adensado

(AD); em duas tecnologias de aplicação. No experimento 1: calda fungicida com adjuvante (CA) ou sem adjuvante (SA), além de uma testemunha sem aplicação de fungicida (T). No experimento 2: calda fungicida com assistência de ar na barra (CAA) ou sem assistência de ar na barra (SAA), além de uma testemunha sem aplicação de fungicida (T).

Assim, cada experimento foi constituído de 20 parcelas, com dimensão de 6 x 18 m (largura x comprimento), e 60 sub-parcelas, na dimensão de 6 x 6 m (largura x comprimento) cada uma delas. A área útil de amostragem das sub-parcelas foram 4 x 4 m (largura x comprimento), central e a área restante considerada bordadura. A Figura 2 representa o croqui dos experimentos e ilustra a disposição das linhas dos diferentes arranjos de semeadura (variável A) e o esquema de divisão das parcelas em sub-parcelas para avaliação da tecnologia de aplicação (variável B).

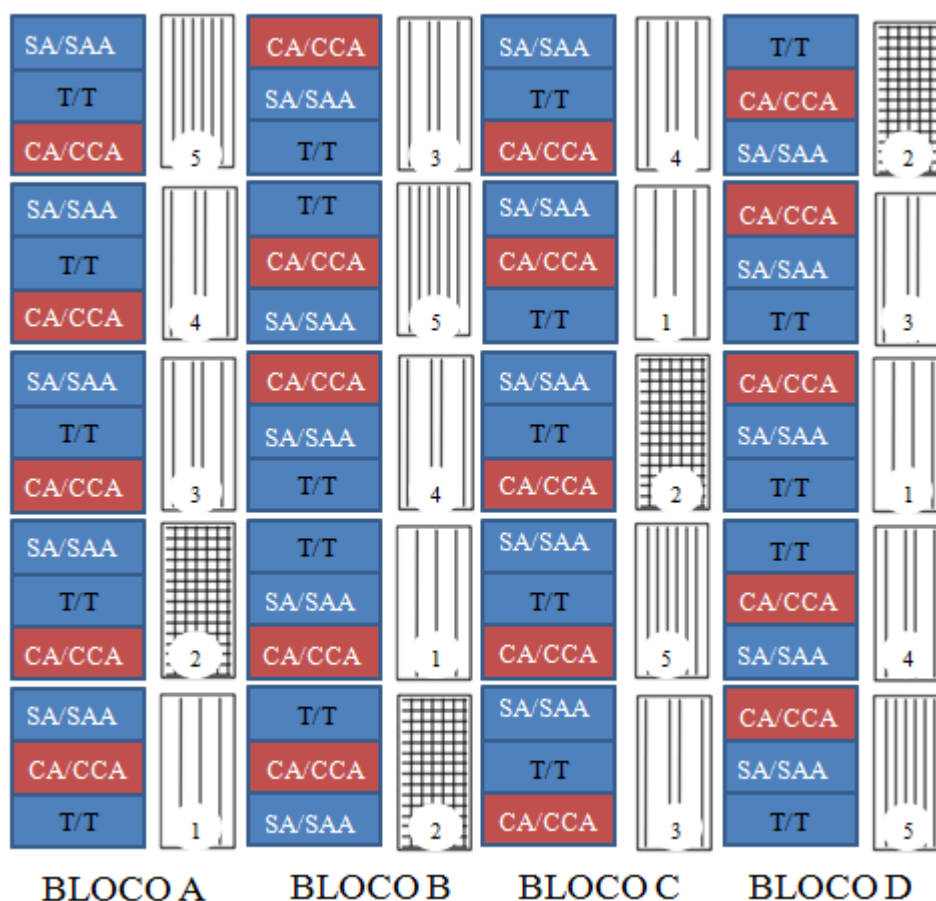


Figura 2. Esquema da disposição das linhas de semeadura nas parcelas do experimento: 1- semeadura convencional (CO); 2- semeadura em linhas cruzadas (CR); 3- semeadura em fileira dupla, com espaçamento externo de 0,40 m (FD1); 4- semeadura em fileira dupla, com espaçamento externo de 0,60 m (FD2) e 5- semeadura em linha adensada (AD). Disposição das sub-parcelas dentro de cada

parcela, sendo: calda fungicida com adjuvante (CA) ou sem adjuvante (SA), além de uma testemunha sem aplicação de fungicida (T) no experimento 1; e calda fungicida com assistência de ar na barra (CAA) ou sem a assistência de ar na barra (SAA) e testemunha sem aplicação de fungicida (T) no experimento 2.

5.3 Controle de plantas daninhas e insetos-praga

O controle de plantas daninhas na pré-semeadura foi realizado com a gradagem durante o preparo de solo. Após a semeadura foi realizada uma pulverização com o herbicida glifosato (Roundup WG[®]), na dosagem de 1,5 kg ha⁻¹, aos 25 dias após a emergência, no estágio vegetativo V3. O controle de insetos-praga foi realizado exclusivamente com o inseticida tiametoxam e lambda-cialotrina (Engeo Pleno[®]), na dosagem de 0,2 L ha⁻¹ do produto comercial.

5.4 Análise estatística dos dados

Os dados da análise quantitativa, qualitativa, incidência de ferrugem e insetos-praga, características agrônômicas e massa de mil grãos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve transformação dos dados. A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do software estatístico SISVAR[®], versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

5.5 Experimento 1: Influência do uso de adjuvante sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura de soja

5.5.1 Equipamentos e taxa de aplicação

As pulverizações para as avaliações quantitativas e qualitativas do experimento 1 foram realizadas com pulverizador da marca comercial Jacto[®], modelo Condor 600 AM 12, montado em trator da marca New Holland[®], modelo 3030, na marcha de trabalho de 3^o reduzida, à 1800 rpm no motor para obter 540 rpm na TDP, com velocidade do conjunto trator-pulverizador de 5,14 km h⁻¹, pressão de trabalho de 172,5

kPa e pontas de pulverização da marca comercial Jacto[®], modelo AXI 11002. A calibração do pulverizador resultou em um volume de calda de 150 L ha⁻¹, com produção de gotas finas nessa pressão de trabalho segundo o fabricante, o qual utiliza como padrão a norma ASAE S572 na classificação dos tamanhos de gota (JACTO, 2016). As parcelas foram pulverizadas com apenas uma das barras do pulverizador, o qual dispunha de comando de débito proporcional do fluxo líquido (Master Flow[®]) com uma válvula para cada seção da barra. Todas as aplicações foram realizadas sempre no mesmo sentido de Norte para Sul, acompanhando o sentido de semeadura das linhas. As condições de temperatura, umidade e velocidade do vento foram aferidas por meio de termo-higrômetro (Lutron, modelo HT-3003) e anemômetro digital (Lutron, modelo AM – 4201). As leituras de umidade e temperatura do ar foram feitas posicionando o termo-higrômetro a 1,0 m de altura acima do solo na sombra e a velocidade do vento foi mensurada a 0,50 m acima da cultura.

5.5.2 Composição da calda

Antes de cada aplicação realizou-se a limpeza interna do pulverizador, regulagem e calibração. O diluente utilizado para as pulverizações foi água destilada obtida em laboratório. Para a quantificação dos depósitos da pulverização foi utilizado o marcador Corante Azul Brilhante (Duas Rodas Industrial), catalogado internacionalmente pela “Food, Drugs & Cosmetic” como FD&C Blue n.1 na concentração de 1,5 g L⁻¹.

Em função das variáveis envolvidas nesse estudo (presença ou ausência de adjuvante) foram preparadas caldas distintas, primeiramente apenas a adição do fungicida trifloxistrobina associado à protioconazol (FOX[®]) e o marcador Azul Brilhante (avaliação quantitativa), nas doses de 0,4 L ha⁻¹ e 1,5 g L⁻¹, respectivamente. Após a pulverização nas respectivas sub-parcelas da calda fungicida sem adjuvante (SA), o tanque foi esgotado e a calda ainda presente nas barras foi pulverizada nas plantas da bordadura. Para a aplicação da calda fungicida com adjuvante (CA), novamente foi acrescentada água destilada, o fungicida FOX[®], o adjuvante éster metílico de óleo de soja (AUREO[®]) e o marcador Azul Brilhante (avaliação quantitativa), nas doses de 0,4 L ha⁻¹; 0,25 L 100 L⁻¹ e 1,5 g L⁻¹, respectivamente. Ao final de cada pulverização foi coletada amostra da calda no bico de pulverização para posterior diluição e confecção da curva de calibração.

5.5.3 Avaliações da pulverização

Foram realizadas três pulverizações, sendo duas com o objetivo de investigar o depósito da calda proveniente da pulverização, em alvos naturais (folíolos da soja), na presença do marcador Azul Brilhante, denominadas avaliações quantitativas. E uma pulverização para analisar a porcentagem de cobertura, em alvos artificiais (papéis hidrossensíveis), denominada avaliação qualitativa.

5.5.3.1 Avaliação quantitativa da pulverização

A quantificação do depósito da pulverização foi realizada pelo método modificado proposto por Bauer; Raetano (2000), utilizando como marcador o corante alimentício Azul Brilhante (FD & C n.1), adicionado à calda de pulverização na concentração de $1,5\text{g L}^{-1}$ em água, a uma taxa de 150 L ha^{-1} . Segundo Pinto et al. (2007) esse corante é estável por um período de 5 horas de exposição solar. O marcador é atóxico durante o manuseio, não causa fitotoxicidade, não modifica as propriedades físico-químicas da calda (PALLADINI et al., 2005), além de permitir a obtenção de elevados coeficientes de extração pela lavagem de alvos naturais (DE CERQUEIRA et al., 2012).

Após a pulverização foram coletados 30 folíolos de diferentes plantas nas linhas centrais de cada sub-parcela do experimento. Desses folíolos, dez foram provenientes do terço superior das plantas, coletando o folíolo central mais exposto à aplicação, de folha totalmente desenvolvida; dez folíolos provenientes do terço médio e os outros dez folíolos provenientes do terço inferior da planta, optando por destacar o folíolo central proveniente da folha do segundo nó de baixo para cima.

Os folíolos coletados foram acondicionados individualmente em sacos plásticos, transportados ao Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos do Departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP, e posteriormente lavados com 40 mL de água destilada e agitados manualmente por aproximadamente 15 segundos, para remoção do corante marcador (Figura 3 A). A solução resultante da lavagem foi colocada em frascos plásticos de capacidade de 80 ml (Figura 3 B), conservados sob refrigeração ($8\pm 3^{\circ}\text{C}$) por 12 horas, e os depósitos quantificados posteriormente em espectrofotômetro (Shimadzu UV 1601 PC) para leitura da absorbância no comprimento de onda de 630 nm (Figura 4). Imediatamente após a extração do marcador, a área de cada folíolo foi mensurada pelo medidor de área foliar de bancada LICOR, modelo LI - 3100 (Figura 5).

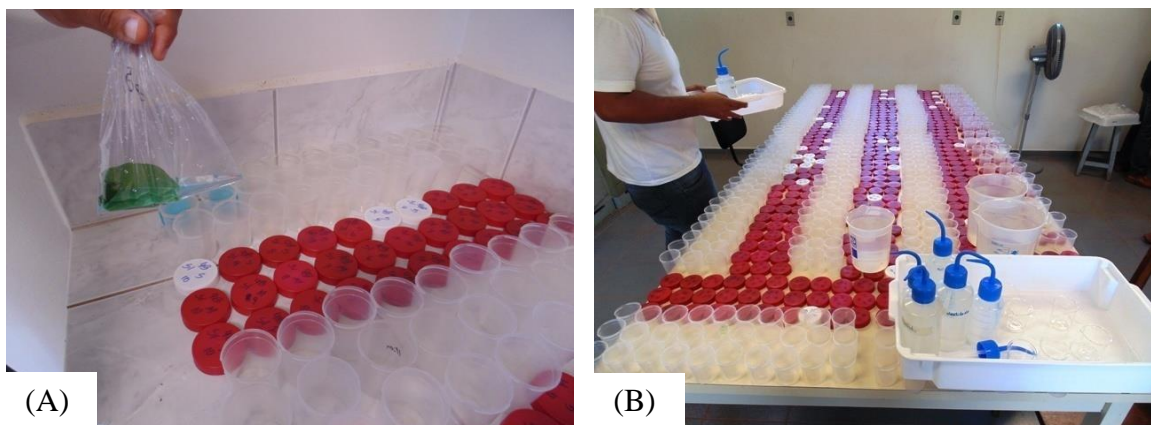


Figura 3. (A) Extração do marcador dos folíolos de soja. (B) Preparo das amostras após remoção do marcador.

Os valores de absorvância, quando relacionados a diferentes concentrações do corante permitem o estabelecimento de uma equação de reta linear (SCUDELER et al., 2004). Ao correlacionar a concentração do corante, na solução de lavagem das amostras, com a obtida na calda de pulverização, indicando a concentração do corante (mg L^{-1}) no alvo após a aplicação permite estabelecer o volume capturado pelo alvo por meio da equação 1 (E1).

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f \quad (\text{E1})$$

Em que:

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

V_i = volume capturado pelo alvo (mL);

C_f = concentração do corante detectada no espectrofotômetro em absorvância (mg L^{-1});

V_f = volume de diluição da amostra (40 mL).

Para obter a concentração do corante na amostra (mg L^{-1}) foi construída uma curva de calibração, efetuando-se a leitura no espectrofotômetro de concentrações conhecidas do corante. As concentrações utilizadas para obter os valores de leitura foram 0,6; 0,75; 1,5; 6,0 e 15 mg L^{-1} . A partir desses dados, foi determinada a equação de regressão que permitiu a transformação dos valores obtidos no espectrofotômetro em concentração (mg L^{-1}). O volume retido em cada folha em mL (mililitro) foi transformado em μL (microlitro) para melhor apresentação dos dados e

posteriormente dividido pela sua respectiva área foliar, obtendo-se assim o volume de calda por área foliar ($\mu\text{L cm}^{-2}$).



Figura 4. Espectrofotômetro UV-VIS.

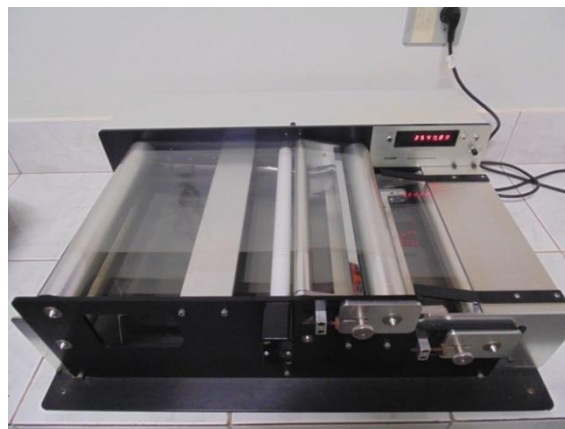


Figura 5. Medidor de área foliar de bancada (LI-3100).

5.5.3.2 Avaliação qualitativa da pulverização

Para a avaliação qualitativa foram distribuídos cartões de papel hidrossensível de tamanho 26 x 76 mm, em haste de madeira, provida de três bases para fixação dos cartões. Cada base de fixação na haste recebeu um cartão hidrossensível fixado com prendedor. A haste foi ajustada para que o cartão superior se aproximasse do topo da planta, o cartão inferior se aproximasse da parte inferior da planta (últimos nós) e o cartão mediano em posição intermediária entre ambos.

Após a pulverização, os cartões de papel hidrossensível foram recolhidos individualmente em placas de Petri, as quais foram identificadas e transportadas em caixa térmica (isopor) para posterior análise dos cartões (Figuras 6A e 6B). Com o auxílio de um scanner de mesa, com resolução de 600 dpi, as imagens dos cartões de papel hidrossensível foram digitalizadas (Figura 6C) e analisadas pelo software Gotas[®], da Embrapa.

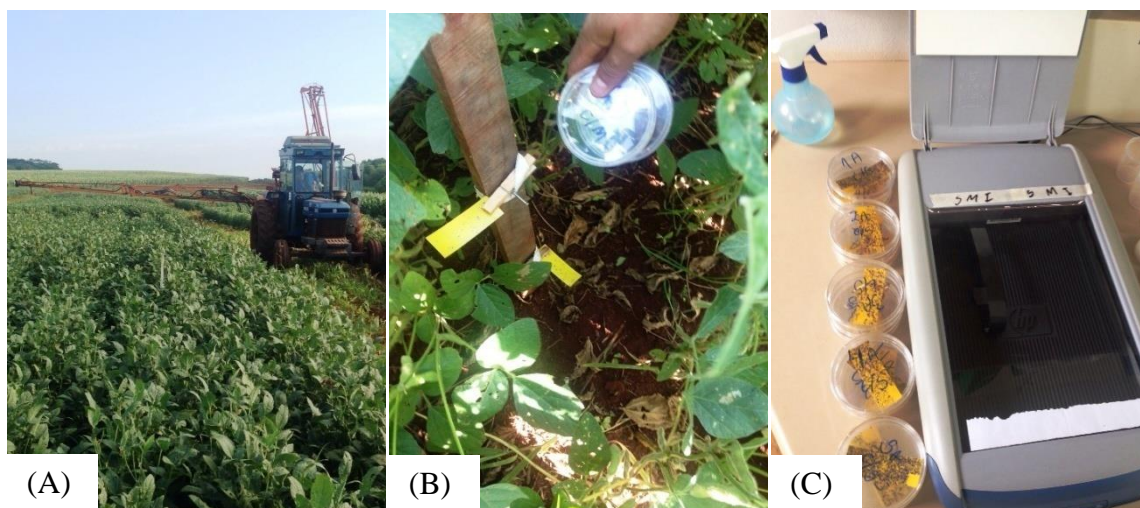


Figura 6. (A) Pulverização; (B) Coleta dos cartões de papel em placa de Petri; (C) Digitalização em scanner de mesa.

5.5.4 Avaliação da doença Ferrugem Asiática da Soja (FAS)

Para a avaliação do nível de severidade da doença foram realizadas duas metodologias: a) Comparação da intensidade do sintoma com uma escala diagramática, conforme a Figura 7 (Godoy et al., 2006); b) Contagem do número de lesões presentes em 1cm², por folha coletada, com o auxílio de uma lupa com o aumento de 20 x. Foram coletados 10 folíolos da parte inferior das plantas por sub-parcela, com início após o florescimento e coletadas semanalmente até o final do ciclo da cultura.

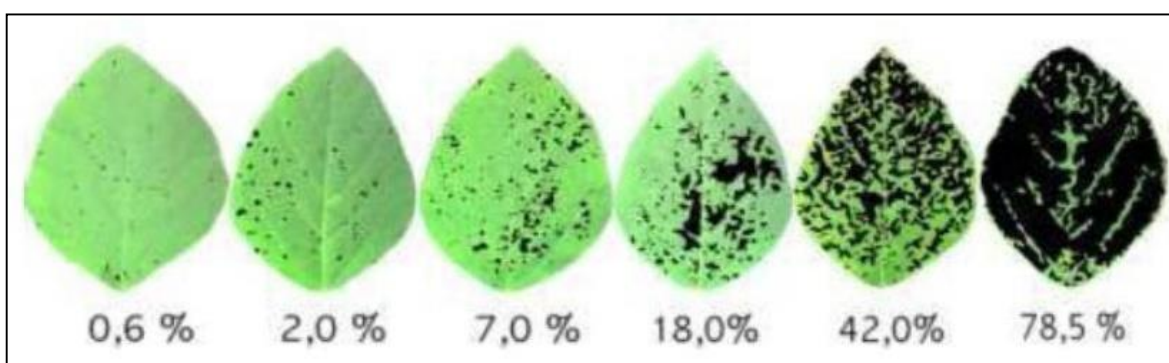


Figura 7. Escala diagramática para avaliação da severidade da FAS, Godoy et al., (2006).

5.5.5 Avaliação da incidência de pragas

Durante a condução da cultura foram realizados monitoramentos semanais por meio do método de pano de batida (CORRÊA-FERREIRA, 2012), em

amostragens aleatórias, com o objetivo de manter a população de insetos sempre abaixo do nível de controle. Com os resultados das amostragens aleatórias nos diferentes arranjos, constatou-se diferenças no ataque de insetos entre os tratamentos e, então, aos 100 DAE foi realizada uma amostragem detalhada com duas batidas de pano, em cada uma das sub-parcelas (Figura 8).



Figura 8. Monitoramento de pragas realizado pelo método de pano de batida.

5.5.6 Características agronômicas

Durante a condução da cultura foram realizadas aferições de algumas características que poderiam ser influenciadas conforme o arranjo de semeadura: Altura das plantas, número de ramos por haste e altura da inserção da primeira vagem.

As avaliações de altura foram realizadas em duas datas, aos 64 e 77 DAE, medindo com uma trena do colo até o topo da planta, de 10 plantas por sub-parcela. Já a avaliação do número de ramos (estrutura oriunda do nó do caule) foi realizada somente aos 100 DAE, contando o número de ramos em 10 plantas por sub-parcela. Foram considerados apenas os ramos ligados à haste principal (primários).

A avaliação da altura da inserção da primeira vagem foi realizada aos 115 DAE, medindo com uma trena do colo da planta até a inserção da primeira vagem, de 10 plantas por sub-parcela.

5.5.7 Avaliações pós-colheita

A colheita foi realizada aos 130 DAE, de forma manual, casualizando nas linhas centrais duas amostragens de 1 m² cada, com o auxílio de quadro de madeira para delimitar a área colhida. A soja foi debulhada com o auxílio de uma trilhadeira acoplada à tomada de força do trator. A produtividade final (kg ha⁻¹) e massa de mil grãos foram ajustadas para a umidade a 13%, de acordo com a equação 2 (E2):

$$P_c = \frac{P_b (100 - U_r)}{100 - 13} \quad (E2)$$

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.

As massas das amostras foram aferidas por uma balança digital da marca comercial Toledo[®], de 0,002 kg de precisão, e a umidade pelo aparelho da marca comercial Gehaka[®] AGRI, modelo G929, conforme Figura 9 (A e B).

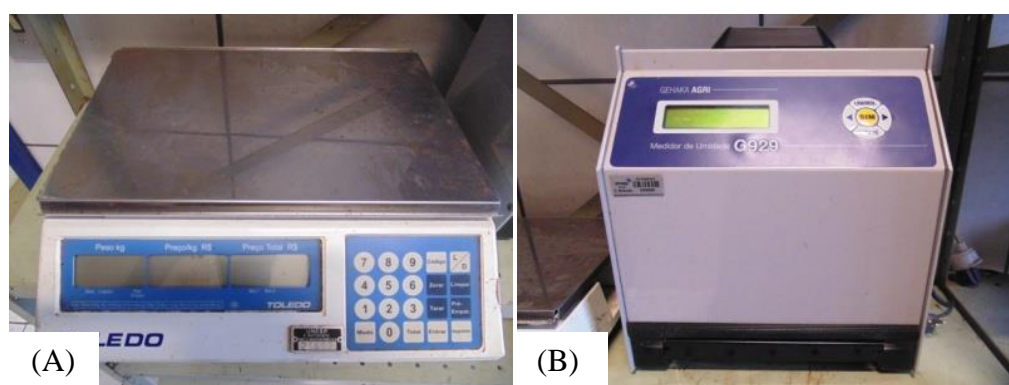


Figura 9. (A) Balança para mensurar a massa das amostras de grãos; (B) Medidor de umidade da massa de grãos.

Das amostras colhidas, foram extraídas oito sub-amostras de 100 grãos, por sub-parcela, segundo as regras para análise de sementes recomendadas pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009). Foram aferidas com o auxílio de uma balança da marca Marte, modelo AY220, de 0,001 g de precisão e a umidade foi corrigida com

auxílio de equação 2 (E2). Posteriormente realizou-se a média da massa das sub-amostras de 100 grãos e o resultado foi multiplicado por 10, para encontrar a massa de mil grãos.

5.5.8 Danos de percevejos nas sementes

Após a avaliação de produtividade, foram extraídas duas amostras de 100 grãos por sub-parcela, para análise dos danos ocasionados por percevejos. Para isso utilizou-se a metodologia conhecida como teste de tetrazólio, o qual evidencia as lesões ocasionadas nas sementes (FRANÇA NETO et al., 1998).

Foram umedecidas folhas de papel para germinação de sementes, formato 28 x 38 cm e gramatura de 65 g m⁻², com 2,5 vezes a sua massa em água destilada. Em seguida, a cada duas folhas foram distribuídas as amostras de 50 sementes, enroladas em formato cilíndrico, identificadas e acondicionadas em sacos plásticos. As embalagens com as respectivas amostras foram conduzidas ao germinador com temperatura programada em 25°C, onde foram mantidas por 16 horas. Após esse período, as sementes foram colocadas em copos plásticos pré-identificados e imersas em solução de 0,075% de 2,3,5- trifenil-cloreto-de-tetrazólio e, em seguida conduzidas à estufa com temperatura de 40°C, por 2,5 horas, no escuro, para a reação e exposição da pigmentação. Após o período de reação das sementes, a solução foi descartada em local apropriado e as amostras foram lavadas individualmente em água corrente. Com as amostras de sementes pigmentadas (Figura 10), fez-se a contagem do número de lesões ocasionadas por percevejos em cada semente, para posterior análise.



Figura 10. Lesões causadas por percevejo e evidenciadas após a reação com sal de tetrazólio.

5.6 Experimento 2: Influência da assistência de ar na barra sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura

As pulverizações para as avaliações quantitativas e qualitativas do experimento 2 foram realizadas com pulverizador da marca comercial Jacto[®], modelo Falcon - Vortex[®] AM 14, montado em trator da marca Massey Ferguson[®], modelo 296 (Figuras 11 A e B), na marcha de trabalho de 3^o reduzida A, à 1500 rpm no motor, com velocidade de 4,5 km h⁻¹, pressão de trabalho de 138 kPa e pontas de pulverização da marca comercial Jacto[®], modelo AXI 11002. A calibração do pulverizador resultou em volume de calda de 150 L ha⁻¹ (JACTO, 2016).

As parcelas foram pulverizadas com apenas uma das barras do pulverizador, o qual dispunha de comando de débito proporcional do fluxo líquido (Master Flow[®]) com uma válvula para cada seção da barra. A velocidade do ar da barra foi aferida com o auxílio de um anemômetro (Lutron, modelo AM – 4201), posicionado a 0,50 m abaixo da barra com o sistema de ventilação acionado, com o conjunto trator-pulverizador parado, resultando em uma velocidade média do ar de 22 km h⁻¹. As condições de temperatura, umidade do ar e velocidade do vento foram estimadas por meio de termo-higrômetro (Lutron, modelo HT-3003) e anemômetro digital (Lutron, modelo AM – 4201), as leituras de umidade e temperatura foram feitas posicionando o termo-higrômetro a 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.

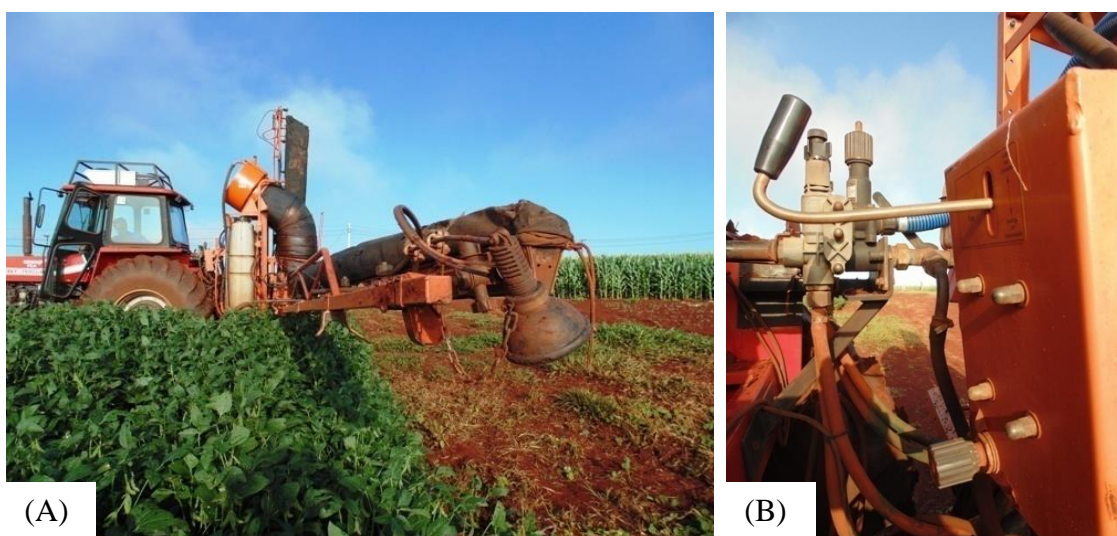


Figura 11. (A) Pulverizador Falcon - Vortex[®] (B) Detalhe da alavanca de acionamento da assistência de ar.

Antes de cada aplicação realizou-se a limpeza interna do pulverizador, regulagem e calibração. O diluente utilizado para as pulverizações foi água destilada. Apenas uma única calda foi preparada, com a adição do fungicida trifloxistrobina + protioconazol (FOX[®]) e o marcador Azul Brilhante, nas doses de 0,4 L ha⁻¹ e 1,5 g L⁻¹, respectivamente. Após a pulverização nas respectivas sub-parcelas da calda fungicida, com a assistência de ar na barra (CAA) e sem a assistência de ar na barra (SAA) fez-se a coleta da amostra da calda pelo bico de pulverização para posterior diluição e construção da curva de calibração.

5.6.1 Avaliações da pulverização

Foram realizadas três pulverizações, das quais duas visando avaliar a deposição da calda da pulverização e uma a porcentagem de cobertura, conforme metodologias descritas no Experimento 1.

5.6.2 Avaliações pós-colheita

A colheita foi realizada aos 130 DAE, de forma manual, nas linhas centrais de cada sub-parcela, com duas amostragens de 1 m² cada, com o auxílio de quadro de madeira para delimitar a área colhida. A soja foi debulhada com o auxílio de uma trilhadeira acoplada à tomada de força do trator. A produtividade final (kg ha⁻¹) e massa de mil grãos foram ajustadas para a umidade de 13%, como descrito no Experimento 1.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento 1: Influência do uso de adjuvante sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura

6.1.1 Condições meteorológicas no momento das pulverizações

As condições meteorológicas no momento da pulverização podem influenciar a qualidade da aplicação. Recomenda-se que a temperatura seja abaixo de 30°C, a umidade relativa do ar superior a 60% e a velocidade do vento considerada ideal de 3 a 7 km h⁻¹ (Raetano, 2011). No geral, as condições meteorológicas no momento da pulverização atenderam os limites recomendados para a realização das pulverizações (Tabela 2).

Tabela 2. Condições meteorológicas no momento das pulverizações: 64 DAE (A), 77 DAE (B) e aos 86 DAE (C). Botucatu-SP, 2015.

Aplicação	Dias após a emergência (DAE)	Estádio fenológico*	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Velocidade do vento (km h ⁻¹)
A	64	R1	28	72,0	7,5
B	77	R4	27	68,3	6,5
C	86	R5.2	24	67,7	5,0

* Estádio fenológico segundo Fehr e Caviness (1997).

6.1.2 Precisão do método analítico

As amostras das caldas de pulverização possibilitaram à elaboração da equação de regressão, viabilizando a conversão dos dados de absorbância em concentração do marcador. A alta correlação das variáveis, expressa pelos coeficientes de regressão, com valores próximos a 1 indicam a precisão do método analítico (Figuras 12 e 13).

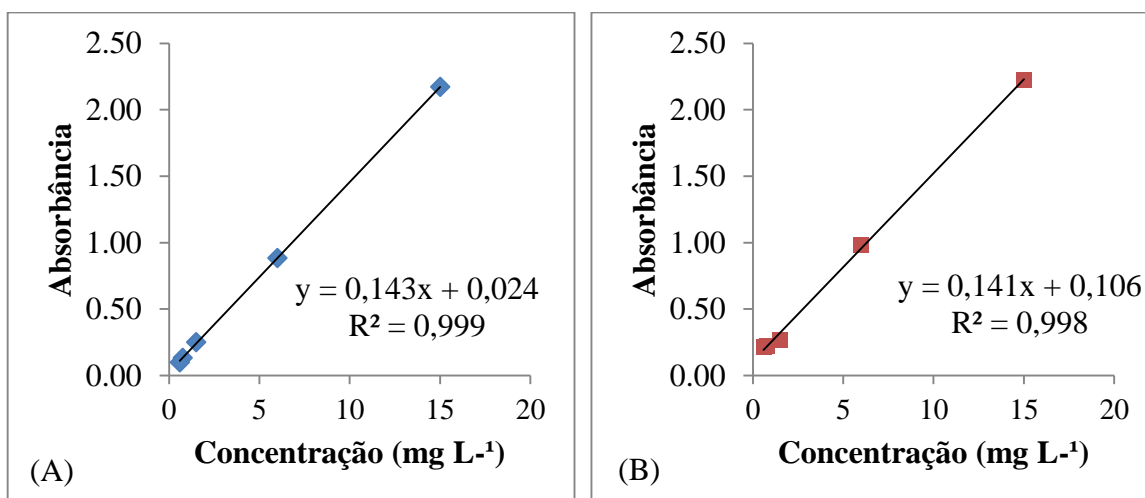


Figura 12. Curvas de calibração da primeira avaliação de depósito (64 DAE): (A) referente à calda fungicida com adjuvante (CA); (B) referente à calda fungicida sem adjuvante (SA).

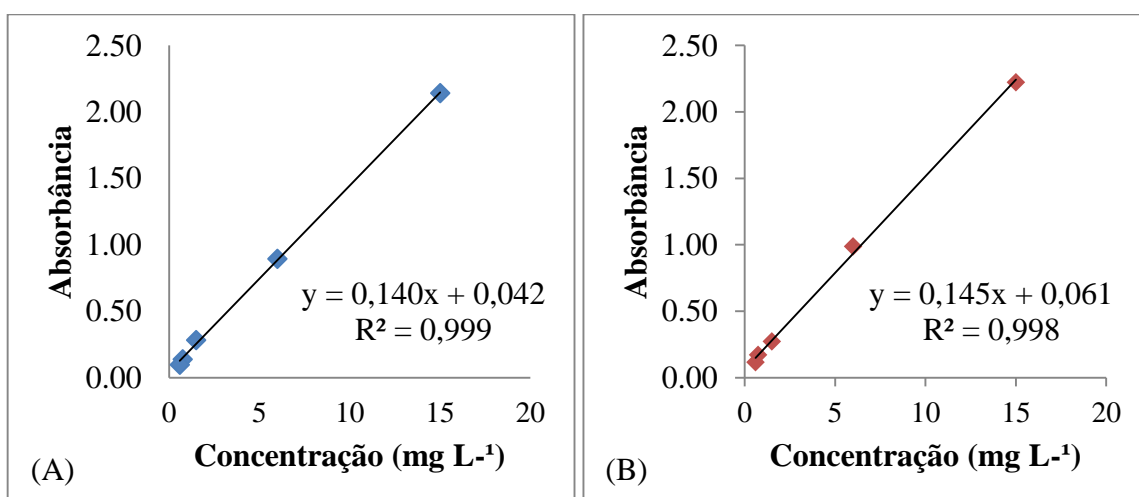


Figura 13. Curvas de calibração da segunda avaliação de depósito (77 DAE): (A) referente à calda fungicida com adjuvante (CA); (B) referente à calda fungicida sem adjuvante (SA).

6.1.3 Avaliação quantitativa da pulverização

Aos 64 DAE, os depósitos da pulverização apresentaram diferenças significativas nas partes das plantas, bem como para a interação adjuvante x arranjo de semeadura. Os valores médios dos depósitos na parte superior foram maiores nos arranjos FD1 e AD nas sub-parcelas SA. Os arranjos FD1 e AD, no terço inferior, nas sub-parcelas SA, apresentaram menor quantidade dos depósitos que na parte superior da planta (Tabela 3).

Os valores médios dos depósitos do marcador nas partes superior e inferior das plantas não diferiram nas sub-parcelas SA para os arranjos de semeadura CO, CR e FD2 (Tabela 3). Esta particularidade pode ser justificada pelo espaço entrelinhas ainda existente neste estágio fenológico (R1). A arquitetura da planta e o não fechamento do dossel foram destacadas por Tormen et al. (2012) como principais responsáveis da diferença dos depósitos encontrados entre a pulverização no estágio R1 e R4.

Tabela 3. Análise de variância e valores médios dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, com (CA) e sem adjuvante (SA)² e partes das plantas de soja (superior, média e inferior), referente a pulverização aos 64 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)			
Arranjo de semeadura	0,374		0,823			
Adjuvante	1,286		0,260			
Parte da planta	22,994		0,000*			
Arranjo de semeadura x adjuvante	2,660		0,038*			
Arranjo de semeadura x adjuvante x parte da planta	0,873		0,543			
Arranjo de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SA	CA	SA	CA	SA	CA
CO	0,487	0,510	0,179	0,381	0,269	0,336
CR	0,592	0,385	0,300	0,211	0,310	0,321
FD1	0,480 A	0,750	0,202 AB	0,392	0,109 B	0,388
FD2	0,368	0,550	0,165	0,295	0,295	0,193
AD	0,773 A α	0,416 β	0,188 AB	0,237	0,077 B	0,098

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protioconazol), sem e com a presença de adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda.

³DAE = Dias após a emergência.

*significativo a 5% de probabilidade.

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

Letras maiúsculas comparam a deposição entre partes da planta, dentro de cada nível de uso de adjuvante e arranjos de semeadura. Letras gregas comparam a deposição entre o uso de adjuvante, dentro de cada nível de partes da planta e arranjo de semeadura.

Na parte superior da planta, mais exposta a pulverização, os depósitos da pulverização no arranjo AD foram 46% maiores quando a pulverização não foi associada ao adjuvante (CA) comparada à SA (Tabela 4).

Pela arquitetura das plantas de soja, as folhas da parte superior da planta estão mais expostas em relação aos jatos de pulverização comparadas às folhas medianas e baixas. Aliado a isso, as gotas finas foram interceptadas pelas folhas da parte superior das plantas, proporcionando assim, maiores níveis dos depósitos nessa parte da planta.

No arranjo de semeadura AD, na parte superior das plantas, folhas de tamanho menores, mais inclinadas, provavelmente influenciaram sobre os depósitos da pulverização com níveis inferiores aqueles obtidos na ausência de adjuvante (SA).

Aos 77 DAE, provavelmente o incremento da massa vegetal das plantas (R4), no momento da segunda pulverização seja o responsável pela acentuada diferença entre os depósitos nas diferentes partes da planta. Este fato, não foi evidenciado com a mesma intensidade na primeira pulverização (64 DAE), ainda em R1.

A presença do adjuvante (CA) incrementou os depósitos nos arranjos FD1 e AD na parte superior das plantas (Tabela 4). Resultado semelhante foi encontrado por Tormen et al. (2012), os quais notaram uma redução considerável na avaliação de deposição nas partes média e inferior do dossel de soja em R4 e relacionam este fato com aumento do índice de área foliar (IAF). Incremento nos depósitos de pulverização na parte superior das plantas também foi obtido por Cunha e Peres (2010) com adjuvante acrescido à calda. No entanto, os autores enfatizam que o efeito do adjuvante na pulverização pode variar em função da ponta empregada.

Tabela 4. Análise de variância e valores médios dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, com (CA) e sem adjuvante (SA)² e partes das plantas de soja (superior, média e inferior), referente a pulverização aos 77 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)			
Arranjo de semeadura	2,539		0,095			
Adjuvante	0,907		0,344			
Parte da planta	90,660		0,000*			
Arranjo de semeadura x adjuvante	2,938		0,026*			
Arranjo de semeadura x adjuvante x parte da planta	0,239		0,982			
Arranjo de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SA	CA	SA	CA	SA	CA
CO	0,374 A	0,435 bA	0,132 B	0,163 B	0,164 B	0,165 B
CR	0,537 A	0,409 bA	0,172 B	0,100 B	0,240 B	0,186 B
FD1	0,592 A	0,729 aA	0,216 B	0,236 B	0,230 B	0,240 B
FD2	0,470 A	0,448 bA	0,132 B	0,118 B	0,170 B	0,102 B
AD	0,396 A β	0,583 abA α	0,124 B	0,236 B	0,156 B	0,276 B

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrombina+Protioconazol), sem e com a presença de adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda

³DAE = Dias após a emergência.

*significativo a 5% de probabilidade.

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

Letras minúsculas comparam a deposição entre os arranjos de semeadura, dentro de cada nível de uso adjuvante e partes da planta. Letras maiúsculas comparam a deposição entre partes da planta, dentro de cada nível de uso de adjuvante e arranjos de semeadura. Letras gregas comparam a deposição entre o uso de adjuvante, dentro de cada nível de partes da planta e arranjo de semeadura.

6.1.4 Avaliação qualitativa da pulverização

Seguindo a mesma tendência observada na avaliação dos depósitos da pulverização aos 77 DAE, a parte superior das plantas apresentou maiores valores percentuais de cobertura, aos 86 DAE (Tabela 5).

O arranjo CR, na parte superior da planta, na ausência de adjuvante (SA) apresentou maior porcentagem de cobertura em relação à calda com adjuvante. O arranjo FD1, na parte média, proporcionou maior porcentagem de cobertura de calda que os demais, mesma tendência das avaliações qualitativas, aos 64 e 77 DAE. Nesse caso, provavelmente, o menor número de ramos nas plantas pode ter favorecido o incremento da pulverização na parte média da planta.

No geral, é possível notar que o uso do adjuvante reduziu os valores médios da porcentagem de cobertura. Nascimento et al. (2012), avaliando diferentes adjuvantes, inclusive o éster metílico de óleo de soja (AUREO®), também encontraram menores valores de porcentagem de cobertura com calda fungicida na presença desse mesmo adjuvante e os menores valores de tamanho de gota, diâmetro mediano volumétrico (DMV), em relação aos demais tratamentos. Essas propriedades do éster metílico de óleo de soja podem explicar a menor porcentagem de cobertura obtida nos alvos e provável perda por deriva da calda em presença desse adjuvante. Apesar destas evidências, não é possível afirmar que a calda associada à ponta e as condições climáticas no momento da pulverização produziram gotas com maior potencial de perdas que a calda contendo somente o fungicida.

Tabela 5. Análise de variância e valores médios da cobertura da pulverização (%), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, com (CA) e sem adjuvante (SA)² e partes das plantas de soja (superior, média e inferior), aos 86 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)			
Arranjo de semeadura	5,960		0,007*			
Adjuvante	5,408		0,022*			
Parte da planta	98,760		0,000*			
Arranjo de semeadura x adjuvante	0,527		0,716			
Arranjo de semeadura x adjuvante x parte da planta	0,415		0,909			
Sistema de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SA	CA	SA	CA	SA	CA
CO	29,05A	22,75A	7,01 bB	11,15 abAB	4,74 B	4,16 B
CR	36,80A α	24,57A β	11,08 bB	8,00 bB	7,76 B	1,77 B
FD1	38,60A	33,17A	33,81 aA	25,55 aA	7,39 B	5,95 B
FD2	32,13A	22,07A	12,27 bB	15,19 abAB	5,47 B	4,52 B
AD	35,31A	33,36A	22,90 abA	19,16 abB	1,64 B	1,14 C

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protioconazol), sem e com a presença de adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda

³DAE = Dias após a emergência

*significativo a 5% de probabilidade

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada nível de comparação não diferem pelo teste Tukey (P<0,05)
Letras minúsculas comparam a cobertura entre os arranjos de semeadura, dentro de cada nível de uso adjuvante e partes da planta. Letras maiúsculas comparam a cobertura entre partes da planta, dentro de cada

nível de uso de adjuvante e arranjos de semeadura. Letras gregas comparam a cobertura entre o uso de adjuvante, dentro de cada parte da planta e arranjo de semeadura.

6.1.5 Avaliação da doença Ferrugem Asiática da Soja (FAS)

Não foram observados sintomas da doença em todo o ciclo da cultura. A ausência da doença não permitiu inferir sobre a relação dos diferentes arranjos e sua intensidade, bem como a eficácia de controle quando utilizado o adjuvante na calda fungicida.

6.1.6 Avaliação de insetos-praga

Não foram observadas diferenças significativas quanto ao número médio de lagartas desfolhadoras, em amostragem única, aos 100 DAE, além da baixa incidência desses insetos em relação ao nível de controle, ≥ 20 lagartas e $\geq 1,5$ cm/m (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012). Os valores médios da incidência das lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatilis* e *Chrysodeixis includens* nos diferentes arranjos de semeadura na cultura da soja podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6. Análise de variância e valores médios da incidência de lagartas desfolhadoras, *Anticarsia gemmatilis* e *Chrysodeixis includens*, em função dos sistemas de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, sem (SA) e com (CA) adjuvante e Testemunha (T)², aos 100 DAE³, em estágio fenológico entre R5.2 e R5.4. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	<i>Anticarsia gemmatilis</i>		<i>Chrysodeixis includens</i>			
	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)		
Arranjo de semeadura	0,057	0,993	2,460	0,102		
Adjuvante	0,062	0,940	1,323	0,281		
Arranjo de semeadura x adjuvante	0,752	0,646	0,638	0,739		
Sistema de semeadura	<i>Anticarsia gemmatilis</i>			<i>Chrysodeixis includens</i>		
	SA	CA	Testemunha	SA	CA	Testemunha
CO	2,3	2,8	2,5	0,8	0,8	1,8
CR	2,3	2,3	4,3	1,3	1,3	1,0
FD1	3,8	3,0	1,3	0,0	0,3	0,3
FD2	2,8	2,5	2,5	0,8	1,0	3,0
AD	2,8	2,3	3,3	0,5	0,3	0,5

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem (SA) e com (CA) adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

As médias analisadas não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve influência dos arranjos de semeadura, tampouco do adjuvante na calda de pulverização, na incidência de lagartas desfolhadoras da soja (Tabela 6).

A avaliação do complexo de percevejos, em amostragem única, aos 100 DAE, foi realizada no período crítico de ataque dos percevejos na soja, compreendido entre os estádios fenológicos de R₄ a R₆ (GALLO et al., 2002).

Não foram observadas diferenças significativas quanto ao número médio dos percevejos *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula* nos diferentes arranjos de semeadura (Tabela 7). Mas o percevejo *Euschistus heros* apresentou maior incidência. Segundo Panizzi et al. (2012), o percevejo marrom é considerado uma das principais pragas da cultura da soja de comum ocorrência em todas as regiões de plantio no Brasil. A infestação de percevejos foi acima do nível de controle, 2 percevejos por batida de pano, recomendado por Corrêa-Ferreira e Panizzi (1999), nos arranjos CR, nas sub-parcelas sem aplicação de fungicida; e FD, nas sub-parcelas com aplicação de fungicida.

O controle químico foi realizado em dois momentos, no início do enchimento dos grãos (R₄ e R_{5.1}), antes da avaliação detalhada (R_{5.2} e R_{5.4}), mas apenas em função do monitoramento aleatório de algumas parcelas. Nessas duas ocasiões o nível de controle recomendado de dois percevejos foi ultrapassado, sendo realizada a aplicação do inseticida tiametoxam associado a lambda-cialotrina (Engeo Pleno[®]), na dose de 200 ml ha⁻¹. Em uma terceira avaliação de forma aleatória nas parcelas, surgiu a suspeita de diferença na intensidade do ataque em função dos arranjos de semeadura e logo em seguida realizou-se a avaliação detalhada em todas as sub-parcelas.

Essa particularidade no manejo sugere duas hipóteses quanto à infestação de percevejos: a primeira se refere à influência dos arranjos de plantas na incidência de percevejos; e a segunda, à influência dos arranjos na eficácia das duas aplicações inseticidas, presumindo que a infestação inicial fosse semelhante. Portanto, é provável que os percevejos tenham preferência por determinados arranjos ou seu controle é mais eficiente em alguns deles. É válido salientar que a incidência mínima de “0” e

máxima de “3” percevejos, retratam um universo estreito para garantir que tal arranjo é mais suscetível que outro (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância e número médio da incidência de percevejos, por duas amostragens batida de pano, *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula*, em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)², aos 100 DAE³, em estágio fenológico entre R5.2 e R5.4. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	<i>Euschistus heros</i>		<i>Piezodorus guildinii</i>		<i>Nezara viridula</i>	
	F	p	F	p	F	p
Arranjo de semeadura	0,570	0,690	1,633	0,230	4,075	0,026*
Adjuvante	2,232	0,125	2,983	0,066	1,853	0,174
Arranjo de semeadura x adjuvante	3,227	0,009*	0,737	0,659	1,301	0,283

Arranjo de semeadura	<i>Euschistus heros</i>			<i>Piezodorus guildinii</i>			<i>Nezara viridula</i>		
	SA	CA	T	SA	CA	T	SA	CA	T
CO	1,3 aA	1,5 abA	0,8 bA	0,3	0,3	0,3	0	0	0,3
CR	1,5 aA	1,3 abA	3,0 aA	0,0	0,8	0,8	0	0	0,3
FD1	1,8 aAB	0,8 abB	2,8 abA	0,5	0,5	0,3	1	0,8	0,3
FD2	0 aB	2,5 aA	1,5abAB	0,5	2,0	1,3	1	0,3	1,8
AD	2 aA	0,3 bA	1,5 abA	0,3	1,8	0,5	1,5	0	0,5

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobin+Protiocanazol), sem (SA) e com (CA) adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

As médias analisadas não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Letras minúsculas comparam a cobertura entre os arranjos de semeadura, dentro de cada nível de uso adjuvante e partes da planta. Letras maiúsculas comparam a cobertura entre partes da planta, dentro de cada nível de uso de adjuvante e arranjos de semeadura.

6.1.7 Avaliação das variáveis agrônômicas, danos de percevejos, massa de mil grãos e produtividade

Segundo Sedyama et al. (2009), a altura ideal para plantas de soja é ao redor de 0,60 m para terrenos planos e em torno de 0,80 m para terrenos acidentados, plantas acima de 0,90 m de altura podem apresentar problemas com acamamento. As médias das alturas das plantas obtidas no experimento foram muito próximas de 1,0 m, no entanto, não foi observado acamamento das plantas.

Houve diferença significativa na altura média das plantas após o desdobramento das variáveis analisadas. No geral, os arranjos fileira dupla apresentaram altura média menor na primeira avaliação (64 DAE), mas na segunda avaliação (77 DAE) a diferença foi menos evidente (Tabela 8). Provavelmente isso se deve a maior competição intraespecífica por luz, água e nutrientes das plantas nos arranjos de fileira dupla, especialmente nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Tabela 8. Análise de variância e valores médios da altura de plantas (m), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)², aos 64 DAE³ e 77 DAE. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	64 DAE			77 DAE		
	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)
Arranjo de semeadura	3,304	0,048*	2,805	0,074		
Adjuvante	1,284	0,219	0,818	0,451		
Arranjo de semeadura x adjuvante	1,093	0,395	1,415	0,231		
Arranjo de semeadura	64 DAE			77 DAE		
	SA	CA	T	SA	CA	T
CO	0,89 ab	0,88 a	0,90abc	0,98 a	1,01 a	1,05 a
CR	1,03 a	1,02 a	1,01 ab	1,14 a	1,13 a	1,10 a
FD1	0,89abAB	0,98 aA	0,80 bC	0,96 a	0,96 a	1,00 ab
FD2	0,87 b	0,91 a	0,87 bc	1,00 a	1,02 a	0,74 bB
AD	1,03 a	1,04 a	1,04 a	1,19 a	1,14 a	1,14 a

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem e com adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

As médias analisadas não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O arranjo de semeadura alterou o número médio de ramos na haste. Os arranjos FD2 e CO exibiram maior número médio de ramos, enquanto os arranjos CR e AD apresentaram menor número de ramos na média (Tabela 9). Estes resultados indicam redução no número de ramificação nos espaçamentos mais adensados. Segundo Martins et al. (1999) é comum que a competição intraespecífica estimule um crescimento em altura da haste principal e iniba o desenvolvimento de novas ramificações.

Tabela 9. Análise de variância e valores médios do número de ramos na haste, em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)², aos 100 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)	
Arranjo de semeadura	14,528	0,000*	
Uso de adjuvante	1,851	0,175	
Arranjo de semeadura x adjuvante	0,798	0,609	
Arranjo de semeadura	Número de ramos na haste		
	SA	CA	T
Convencional (CO)	6,7 aA	7,0 aA	7,0 aA
Cruzado (CR)	4,0 cA	4,1 bA	3,6 dA
F. Dupla1 (FD1)	5,9 bA	6,3 aA	5,4 bcA
F. Dupla2 (FD2)	7,8 aA	7,5 aA	6,5 abA
Adensado (AD)	4,2 cA	3,9 bA	4,0 cdA

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem e com adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura da inserção da primeira vagem satisfatória para evitar perdas na colheita mecanizada encontra-se entre 0,12 a 0,15 m, considerando um mínimo de 0,10 m em terrenos planos (SEDIYAMA, 2009). O sistema de semeadura não alterou a altura média de inserção da primeira vagem nas plantas (Tabela 10). A altura da inserção da primeira vagem no experimento variou de 0,15 a 0,23 m, todas acima do mínimo requerido (0,10 m).

Tabela 10. Análise de variância e valores médios da altura da inserção da 1^o vagem, em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)², aos 115 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)
Arranjo de semeadura	2,061	0,149*
Uso de adjuvante	1,267	0,296
Arranjo de semeadura x adjuvante	1,137	0,368

Arranjo de semeadura	Altura da 1 ^o vagem		
	SA	CA	T
Convencional (CO)	15,5	16,8	20,5 ab
Cruzado (CR)	20,0	20,8	19,5 ab
F. Dupla1 (FD1)	18,5	22,0	19,5 ab
F. Dupla2 (FD2)	18,0	16,5	15,5 b
Adensado (AD)	18,5	22,3	23,0 a

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protioconazol), sem (SA) e com (CA) adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si segundo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios do número de lesões nos grãos causadas por percevejos são apresentados na Tabela 11. Os danos causados por percevejos podem reduzir o vigor, possibilitar a infecção por patógenos e até mesmo inviabilizar a germinação das sementes (PANIZZI, 2012). Apesar da alta incidência de lesões nas amostras de sementes (1:1 lesão por semente), não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 11. Análise de variância e valores médios das lesões causadas por percevejos nos grãos, em função dos sistemas de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)². Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)
Arranjo de semeadura	0,959	0,644
Uso de adjuvante	0,300	0,743
Arranjo de semeadura x adjuvante	0,597	0,773

Arranjo de semeadura	Número médio de lesões		
	SA	CA	Testemunha
Convencional (CO)	1,15	1,18	1,08
Cruzado (CR)	1,04	1,11	1,11
F. Dupla1 (FD1)	0,92	1,07	0,72
F. Dupla2 (FD2)	1,01	0,79	1,03
Adensado (AD)	0,93	1,32	1,18

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem (SA) e com (CA) adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios da massa de mil grãos não diferiram significativamente para os diferentes arranjos de semeadura (Tabela 12), evidenciando que não houve efeito dos arranjos de semeadura e da tecnologia de aplicação sobre essa variável da produção.

Tabela 12. Análise de variância e valores médios da massa de mil grãos (g), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)². Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)
Arranjo de semeadura	0,562	0,695
Uso de adjuvante	1,169	0,324
Arranjo de semeadura x adjuvante	0,325	0,945

Arranjo de semeadura	Massa de mil grãos (g)		
	Sem	Com	Testemunha
Convencional (CO)	199,0	196,1	200,4
Cruzado (CR)	190,8	195,1	200,3
F. Dupla1 (FD1)	186,2	189,5	195,8
F. Dupla2 (FD2)	185,1	194,4	196,8
Adensado (AD)	197,0	197,6	194,4

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem (SA) e com (CA) adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As maiores produtividades foram obtidas com os arranjos FD1 e CO, seguida pelos arranjos CR e FD2. Balbinot Júnior et al. (2014) avaliaram a produtividade de soja semeada em dois arranjos de fileira dupla (0,19/0,38 m) e (0,19/0,57 m) e obtiveram produtividades semelhantes em relação ao convencional (0,38 m). Em trabalho realizado em Londrina, PR, comparando espaçamento de soja convencional (0,45 m) e adensado (0,30 m), em cultivares de soja com crescimento indeterminado, observaram-se produtividade menor ou similar nos arranjos adensados (0,30; 0,20 m), além de concluir que mesmo em cultivares de soja de tipo de crescimento indeterminado e arquitetura mais compacta o adensamento não tem proporcionado ganhos de produtividade e em alguns casos ocorre redução (BALBINOT JUNIOR et al., 2014).

Tabela 13. Análise de variância e valores médios da produtividade, em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso de adjuvante (Sem - SA, Com - CA e Testemunha - T)² e incremento na produtividade (%). Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)	
Arranjo de semeadura	4,676		0,017*	
Uso de adjuvante	1,131		0,284	
Arranjo de semeadura x adjuvante	0,642		0,737	

Arranjo de semeadura	Produtividade (kg ha ⁻¹)					
	SA	I (%)	CA	I (%)	T	I (%)
CO	3044,9 ab	-	2741,7 a	-	3507,4 a	-
CR	2280,6 ab	- 25,1	2855,8 a	+ 4,16	2884,3 ab	- 17,8
FD1	3192,4 a	+ 4,8	2838,0 a	+ 3,5	3408,7 a	- 2,8
FD2	2287,9 ab	- 24,9	2321,3 a	- 15,3	2481,5 ab	- 29,2
AD	1792,8 b	- 41,12	1884,1 a	- 31,3	2127,4 b	- 39,34

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocozazol), sem (SA) e com (CA) adjuvante (Éster metílico de óleo de soja) na calda e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.2 Experimento 2: Influência da assistência de ar na barra sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos da pulverização em diferentes arranjos de semeadura

6.2.1 Condições meteorológicas no momento da pulverização

As condições meteorológicas no momento da pulverização encontravam-se dentro dos limites aceitáveis (Raetano, 2011) e podem ser visualizadas na Tabela 14.

Tabela 14. Condições meteorológicas no momento das pulverizações: aos 71 DAE (A), aos 85 DAE (B) e aos 87 DAE (C). Botucatu-SP, 2015.

Aplicação	Dias após a emergência (DAE)	Estádio fenológico*	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Velocidade do vento (km h ⁻¹)
A	71	R3	24	75,0	5,5
B	85	R5.2	22	70,2	6,0
C	87	R5.4	23	73,4	5,8

* Estádio fenológico segundo Fehr e Caviness (1997).

6.2.2 Precisão do método analítico

As amostras das caldas de pulverização possibilitaram à elaboração da equação de regressão, viabilizando a conversão dos dados de absorvância em concentração do marcador. A alta correlação das variáveis, expressa pelos coeficientes de regressão, com valores próximos a 1 indicam a precisão do método analítico (Figura 14).

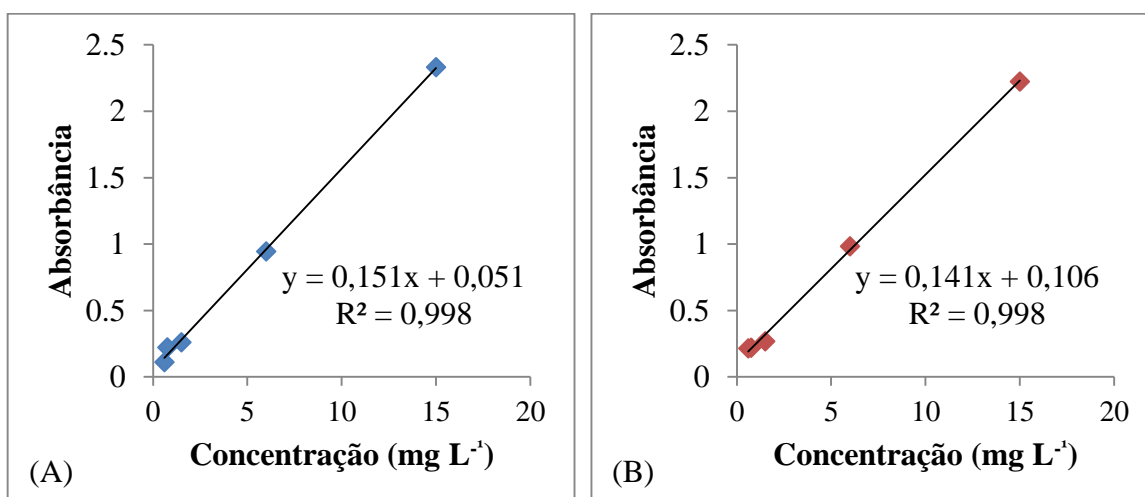


Figura 14. Curvas de calibração das avaliações de depósito da pulverização, caldas com a presença do fungicida e marcador: (A) referente à primeira pulverização, aos 71 DAE; (B) referente à segunda pulverização, aos 85 DAE. R²: coeficiente de correlação.

6.2.3 Avaliação quantitativa da pulverização

Os depósitos da pulverização nas diferentes partes das plantas apresentaram diferenças significativas, no entanto não foram observadas diferenças para os arranjos de semeadura e o uso de assistência de ar na barra. A interação entre arranjos de semeadura, assistência de ar e parte da planta também apresentaram diferenças estatísticas.

Os depósitos da pulverização na parte superior das plantas foram significativamente maiores que os demais, em todos os tratamentos. Independente do arranjo de semeadura, a parte superior das plantas recebeu ao redor de três vezes mais depósito da pulverização em relação à inferior, aos 71 DAE.

Na parte superior das plantas (SAA), os arranjos CO, CR e AD apresentaram os maiores valores de depósito, ao contrário dos arranjos fileira dupla (FD1 e FD2). Ao comparar o uso da assistência de ar na parte superior, nota-se que na ausência da tecnologia os valores médios de depósito foram maiores, no entanto, nos demais setores da planta a diferença não foi evidente (Tabela 15).

Quanto à parte inferior das plantas, é possível observar uma tendência de maiores depósitos nos arranjos fileira dupla, independentemente da assistência de ar. A disparidade entre os valores dos depósitos encontrados na parte superior e na inferior podem estar relacionada com a intensa massa vegetal e altura média das plantas, porém essas variáveis não foram mensuradas nesse experimento.

Tabela 15. Análise de variância e valores médios de depósitos da pulverização ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, uso de assistência de ar (Sem - SAA e Com - CAA)² e parte da planta (superior, média e inferior), aos 71 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)			
Arranjo de semeadura	1,824		0,189			
Assistência de ar	3,937		0,051			
Parte da planta	172,53		0,000*			
Arranjo de semeadura x assistência de ar	1,021		0,402			
Arranjo de semeadura x assistência de ar x parte da planta	2,670		0,012*			
Arranjo de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SAA	CAA	SAA	CAA	SAA	CAA
CO	0,779 aA α	0,589 abA β	0,143 B	0,137 B	0,174 B	0,265 B
CR	0,765 aA α	0,449 abA β	0,138 B	0,141 B	0,128 B	0,136 B
FD1	0,466 bA β	0,682 aA α	0,118AB	0,101 B	0,284 B	0,180 B
FD2	0,554 abA	0,391 bA	0,151 B	0,159 B	0,276 B	0,207 AB
AD	0,712 aA	0,663 aA	0,195 B	0,134 B	0,198 B	0,188 B

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem (SAA) e com (CAA) a assistência de ar e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada nível, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Letras minúsculas comparam a deposição entre os arranjos de semeadura, dentro de cada nível do uso de assistência de ar e partes da planta. Letras maiúsculas comparam a deposição nas partes da planta, dentro de cada nível do uso de assistência de ar e arranjos de semeadura. Letras gregas comparam a deposição entre o uso de assistência de ar, dentro de cada parte da planta e arranjo de semeadura.

Aos 85 DAE foram observadas diferenças nos depósitos médios da pulverização nas diferentes partes das plantas. No geral, maior depósito da pulverização foi obtido na parte superior das plantas (Tabela 16).

O uso da assistência de ar incrementou o depósito da pulverização nas partes média e inferior das plantas no arranjo CO, mas não interferiu no depósito dos demais arranjos nas partes mais internas do dossel. Na parte superior, os arranjos fileira dupla e AD, também proporcionaram maiores depósitos na parte superior em presença do ar (CAA).

O uso da assistência de ar na pulverização das plantas nos arranjos CO e CR não interferiram sobre os níveis de depósito na parte superior das plantas (Tabela 16). Provavelmente, a energia adicional da assistência de ar transferida às gotas da pulverização (gotas finas) e a maior proximidade das plantas nos arranjos AD e fileiras duplas (FD1 e FD2) contribuíram para maior interceptação das gotas nessa parte da planta.

Tabela 16. Análise de variância e valores médios de depósitos da pulverização ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, uso de assistência de ar (Sem - SAA e Com - CAA)² e partes da planta (superior, média e inferior), aos 85 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)			
Arranjos de semeadura	0,754		0,574			
Assistência de ar	15,142		0,002*			
Partes da planta	20,106		0,000*			
Arranjos de semeadura x assistência de ar	0,072		0,992			
Arranjos de semeadura x assistência de ar x parte da planta	1,318		0,247			
Arranjo de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SAA	CAA	SAA	CAA	SAA	CAA
CO	0,417 A	0,447 A	0,113 B	0,324 A	0,176 AB	0,350 A
CR	0,325	0,371	0,086	0,194	0,136	0,270
FD1	0,219 β	0,532 A α	0,072	0,184 B	0,208	0,153 B
FD2	0,229 β	0,485 A α	0,169	0,193 B	0,105	0,165 B
AD	0,229 β	0,513 A α	0,189	0,167 B	0,169	0,202 B

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protioconazol), sem e com assistência de ar

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada nível, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Letras minúsculas comparam a deposição entre os arranjos de semeadura, dentro de cada nível do uso de assistência de ar e partes da planta. Letras maiúsculas comparam a deposição entre partes da planta, dentro de cada nível do uso de assistência de ar e arranjos de semeadura. Letras gregas comparam a deposição entre o uso de assistência de ar, dentro de cada parte da planta e arranjo de semeadura.

6.2.4 Avaliação quantitativa da pulverização

Os maiores valores médios de cobertura de pulverização foram encontrados nos folíolos da parte superior das plantas (Tabela 17). A assistência de ar proporcionou menores valores de cobertura nessa parte das plantas nos arranjos CO e AD.

Tabela 17. Análise de variância e valores médios de cobertura da pulverização (%), em função dos sistemas de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹, uso de assistência de ar (Sem e Com)² e parte da planta (superior, média e inferior), aos 87 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F		Probabilidade (P<0,05)			
Arranjo de semeadura	1,383		0,298			
Assistência de ar	0,398		0,530			
Parte da planta	43,602		0,000*			
Arranjo de semeadura x assistência de ar	0,469		0,758			
Arranjo de semeadura x assistência de ar x parte da planta	0,190		0,992			
Arranjo de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
CO	25,54 A α	12,19 A β	3,30 B	11,77 A	1,27 B	2,94 A
CR	19,62 A	13,61 A	4,46 AB	7,59 A	1,07 B	4,07 A
FD1	33,71 A	26,19 A	8,78 B	16,83 AB	2,47 B	6,61 B
FD2	27,83 A	23,76 A	6,32 B	15,79 A	2,89 B	13,65 A
AD	30,52 A α	17,32 A β	6,98 B	15,18 A	1,29 B	4,63 A

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protopiconazol), sem e com a presença de assistência de ar e testemunha sem pulverização

³DAE = Dias após a emergência

Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada nível, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Letras minúsculas comparam a cobertura entre os arranjos de semeadura, dentro de cada nível do uso de assistência de ar e partes da planta. Letras maiúsculas comparam a cobertura entre partes da planta, dentro de cada nível do uso de assistência de ar e arranjos de semeadura. Letras gregas comparam a cobertura entre o uso de assistência de ar, dentro de cada parte da planta e arranjo de semeadura.

É possível observar a mesma tendência de maiores valores da cobertura da pulverização e SAA na parte superior, bem como CAA na parte inferior das plantas. A inexistência de barreiras à interceptação das gotas na parte superior e a energia adicional às gotas de tamanho pequeno proporcionada pela assistência de ar certamente

podem explicar essa diferença nos níveis de cobertura da pulverização nas diferentes partes da planta nos arranjos de semeadura.

6.2.5 Avaliação da doença Ferrugem Asiática da Soja (FAS)

Não foram observados sintomas da doença em todo o ciclo da cultura. A ausência da doença não permitiu inferir sobre a relação dos diferentes arranjos e sua intensidade, bem como a eficácia de controle quando utilizado a assistência de ar na barra associada à pulverização do fungicida.

6.2.6 Avaliação da massa de mil grãos e produtividade

Não foram observadas diferenças significativas na massa de mil grãos (Tabela 18). Isso demonstra que não houve influência dos arranjos de semeadura e do uso da assistência de ar sobre essa variável da produção.

Tabela 18. Análise de variância e valores médios da massa de mil grãos (g), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso assistência de ar (Sem - SAA, Com - CAA e Testemunha - T)². Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação	Valor de F	Probabilidade (P<0,05)
Arranjo de semeadura	0,673	0,623
Assistência de ar	0,034	0,966
Arranjo de semeadura x assistência de ar	0,398	0,913

Arranjo de semeadura	Massa de mil grãos (g)		
	SAA	CAA	T
Convencional (CO)	211,2	208,8	202,7
Cruzado (CR)	209,9	215,4	219,6
Fileira dupla 1 (FD1)	222,9	216,1	216,3
Fileira dupla 2 (FD2)	209,5	219,2	219,1
Adensado (AD)	214,3	214,0	210,9

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem e com assistência de ar e testemunha sem pulverização

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância e os valores médios da produtividade são apresentados na Tabela 19. Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis analisadas, demonstrando que não houve efeito dos arranjos de semeadura e da tecnologia de pulverização sobre a produtividade da cultura da soja.

Tabela 19. Análise de variância e valores médios da produtividade e incremento (%), em função dos arranjos de semeadura (CO, CR, FD1, FD2 e AD)¹ e uso assistência de ar (Sem - SAA, Com - CAA e Testemunha - T)² e incremento da produtividade (%). Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação		Valor de F		Probabilidade (P<0,05)		
Arranjo de semeadura		1,057		0,419		
Assistência de ar		0,449		0,642		
Arranjo de semeadura x assistência de ar		0,675		0,709		
Sistema de semeadura	Produtividade (kg ha ⁻¹)					
	SAA	I (%)	CAA	I (%)	T	I (%)
Convencional	3196,3	-	2957,5	-	2494,8	-
Cruzado	3028,9	- 5,2	3018,9	+ 2,1	2895,3	+ 16,0
F. Dupla1	2349,5	- 26,5	2430,1	- 17,8	2899,2	+ 16,2
F. Dupla2	3232,8	+ 1,1	2974,3	+ 0,6	2599,8	+ 4,2
Adensado	2241,1	- 29,9	2375,6	- 19,7	2212,8	- 11,3

¹CO: convencional; CR: cruzado; FD1: fileira dupla com espaçamento de 0,4 metros; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 metros e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (Triflostrobina+Protiocanazol), sem e com assistência de ar e testemunha sem pulverização

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novos arranjos espaciais de plantas de soja podem estar associados a vantagens agronômicas. A adaptação de cultivares a novas formas de semeadura pode alavancar tetos produtivos já alcançados ou ainda facilitar o manejo. O controle fitossanitário destas lavouras ainda dependente de pulverizações eficientes e pode ser influenciado pela distribuição espacial da cultura.

Os depósitos das pulverizações, via de regra, são sempre menores nas partes inferiores das plantas de soja e quando a quantidade do fungicida depositado não for suficiente para impedir o estabelecimento do patógeno, a eficácia do produto fitossanitário pode ser comprometida. É necessário também atentar à qualidade da distribuição, já que um bom espalhamento pode aumentar a área foliar tratada antes mesmo de sua translocação. Por isso a importância de se aprimorar os meios para uma deposição e cobertura suficiente da pulverização.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o efeito dos arranjos de semeadura no depósito da pulverização é limitado. Assim, pode-se verificar que a eficácia do manejo da doença é mais dependente de sua intensidade, do que aos limitados incrementos obtidos pelas técnicas em estudo. Conhecendo epidemiologia da doença, como a ferrugem asiática (início nos folíolos do baixeiro) e a translocação dos fungicidas utilizados (movimento ascendente), mesmo em safras de elevada pressão do patógeno, é difícil prever que a alteração da distribuição das plantas possa ser suficiente para incrementar a eficácia do tratamento fitossanitário.

De maneira não intencional, a ausência de inóculo, proporcionada pela instalação da lavoura logo nas primeiras semanas recomendadas para plantio e a ausência de hospedeiros em campo, pode ter exercido uma forma de controle. Estas particularidades destacam a relevância da integração de táticas de manejo.

Outro ponto a ser destacado é a importância do monitoramento. Principalmente da ferrugem asiática da soja, já que a não incidência da doença em todo o ciclo da cultura faz as pulverizações com o fungicida perderem o sentido. Mesmo que necessária uma aplicação preventiva, certamente, nestas condições, seria possível reduzir o número de aplicações do fungicida.

Portanto estudos multidisciplinares devem continuar sendo conduzidos, de forma a compreender melhor as interações entre as variáveis no desenvolvimento da soja.

8 CONCLUSÕES

A variação na distribuição espacial das plantas com diferentes arranjos de semeadura apresentou limitada influência sobre os níveis dos depósitos e a cobertura da pulverização tampouco sobre a incidência de insetos-praga, massa de mil grãos e a produtividade da cultura da soja.

Maiores níveis de depósitos e cobertura da pulverização concentraram na parte superior das plantas, especialmente nos estádios mais avançados de desenvolvimento da cultura, independente da distribuição espacial das plantas e da tecnologia de aplicação em teste.

Nas condições de ausência da doença, não foi possível discorrer sobre a evolução do patógeno, bem como a eficácia de controle sobre as diferentes técnicas de manejo e arranjos de semeadura.

O adjuvante éster metílico de soja não influenciou sobre os depósitos e cobertura da pulverização, porém a assistência de ar na barra diminuiu a variação vertical dos depósitos nas diferentes partes da planta.

Novos estudos devem ser conduzidos com a distribuição espacial das plantas para avaliar o impacto dos arranjos de fileiras duplas na incidência de insetos-praga, doenças e plantas daninhas com cultivar precoce e de hábito de crescimento determinado.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Produtos Formulados**. Brasília: MAPA, 2016 Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons > Acesso em: 07 jan. 2016.

AGUIAR JUNIOR, H.O. et al. Adjuvantes e assistência de ar em pulverizador de barras sobre a deposição da calda e controle de *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & Sydow). **Summa Phytopathologica**. Grupo Paulista de Fitopatologia, v.37, n.3, p.103-109, 2011.

ALMEIDA, A.M. R. et al. Doenças da soja. In: KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia. São Paulo: Ceres, v.2, p. 569-588, 2005.

ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. A. Controle químico da ferrugem asiática da soja. In: ZAMBOLIM, L. Ferrugem asiática da soja. Viçosa: UFV, 2006. p.61-70.

ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. Ferrugem Asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira. In: EMBRAPA Agropecuária Oeste Fundação Chapadão – Circular técnica nº 11. Dourados, MS, 2006. 11p.

ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de pesquisa de Soja 2009**. Rondonópolis, v.13, p. 299-317, 2009.

ANTUNIASSI, U.R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânea...** Uberlândia: EDUFU, 2005. p.193-219.

ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 537 p.

ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G. Adjuvantes de Produtos Fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2011. p.27-49.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Fileiras duplas na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 108).

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Redução do espaçamento entre linhas na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 8 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 106).

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Assistência de ar e perdas na deposição de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 271-6, 2000.

BOLLER, W.; RAETANO, C.G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p. 51-82.

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

CARVALHO, L. C. et al. Novas técnicas de arranjos de semeadura na cultura da soja. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, 2013.

CHIAVEGATO, E. J.; SILVA, A. A.; GOTTARDO, L. C. B. Densidade e arranjo de plantas em sistema adensado. In: BELOT, J. L.; VILELA, P. A. **O sistema de cultivo do algodoeiro adensado em Mato Grosso: Embasamento e Primeiros Resultados**. 1. 2010. Cuiabá: Defanti Editora, 2010. p.121-134.

COMBELLACK, J. H. The problems involved in improving spraying efficiency. **Australian Weeds**, p. 13-19, 1981.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**: terceiro levantamento, dezembro. 2015. Brasília: Conab, 2015. vol. 3, 152 p. Publicação mensal. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-Praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. p.335-420.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PANIZZI, A.R. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1999. 45p.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D. C. ed. **Fungicides: An advanced treatise**, New York, Academic Press, 1967. p.239-286.

CRISTOVAM, R. S. et al. Assistência de ar em barra de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.231-238, 2010.

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

CUNHA, J.P.A.R. et al. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **INCI**, Caracas , v. 34, n. 9, p. 655-659, set. 2009 .

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.325-332, 2003.

CUNHA, J.P.A.R.; PERES, T.C.M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum**, v.32, n.4, p.597-602, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212010000400005&lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2014.

CUNHA, J. P. R.; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudo em Minas Gerais e Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.4, p. 950-957. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/20907/14739>>. Acesso em 10 de jan. 2016.

DE CERQUEIRA, D.T.R. et al. Agricultural spray deposit quantification methods. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.28, n.6, p.825-831, 2012.

EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil. Londrina: Embrapa soja, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMPRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil, 2012 e 2013. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 255p. (Sistemas de Produção n.14), 2011. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>> . Acesso em 16 jul. 2015.

ENDRES, V. C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados, 1996. p. 82-85. (Circular Técnica, 3).

FEHR, W.R; CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).

FERREIRA, D.F. Sistema de análise de variância - **SISVAR**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1998. 72 p. (EMBRAPA. CNPSo. Documentos., 116).

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. v.10, 920 p.

GAZZONI, D. L. A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Disponível em: <

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94641/1/Doc-344-online.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016

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.

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.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Documentos Embrapa, Londrina, n. 349, 2014.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORREA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo Integrado de Insetos e Outros Artrópodes-Praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 859p.

HOLTZ, V. et al. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.8, 2014.

JACTO. Produtos: Bicos e acessórios: Bicos: Cerâmicos: AXI. Pompéia, 2015. Disponível em: <<http://www.jacto.com.br/pt/produto/detalhes/73/axi>>. Acesso em: 03 set. 2016.

LIMA, S. F. et al. 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.

MANICA, I.; COSTA, J.C. **Cultura da soja**. Evangraf, Porto Alegre, 1996, 233p.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. FS.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.56, n.4, p.851-858,1999.

MARTINI, A.T. et al . Influência de Adjuvantes e Pontas de Pulverização na Deriva de Aplicação do Glyphosate. **Planta daninha**, Viçosa , v. 33, n. 2, p. 375-386, 2015

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

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 3. ed. London: Blackwell Science, 2000. 432p.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. **Proteção de Plantas: Tecnologia de aplicação dos agroquímicos e equipamentos**. Viçosa: CEAD, 2010. 73p.

McMULLAN, P.M. Utility adjuvants. **Weed Technology**, Lawrence, 2000. v.14, p.792-797.

NASCIMENTO, J. M. Associação de adjuvantes à picoxistrobina + ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n.3, p. 204-210, 2012.

PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p. 440-5, 2005.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-Praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 335-420.

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

PERIM, L. **Efeitos de óleos nas características físicas e químicas da calda de aplicação e na ação da atrazina**. 2011, 92f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

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 Agrocência**, Pelotas, v.13, n.1, p.105-107, 2007.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A., THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.183-188, 1998.

PRADO, E.P. et al. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p. 45-50, 2010.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v.8, n.2, p.212-221, 2014.

RAETANO C.G.; REZENDE, D.T.; PRADO, E.P. Application technologies for asian soybean rust management. In: EL-SHEMY, H.A. **Soybean physiology and biochemistry**, Rijeka, v.1, p.117-138, 2011.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.33-40, 2004.

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.

SARTORI, S. Equipamentos tratorizados para culturas de baixo fuste: situação no Cone - Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE

PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 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.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, Paraná: Mecenas, 2009. 314 p.

SOUZA, P. I. A técnica do plantio cruzado tem futuro? **A Granja**, Porto Alegre, n.773, p.32-34, 2013.

THOMAS, A.L. ; COSTA, J.A. **Manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 243p.

TORMEN, N. R. et al. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n.17, 2012. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662012000700015&script=sci_arttext> Disponível em: . Acesso em 22 jan 2016.

TOURINO, M.C.C. et al. Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 241-245, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000100039&script=sci_arttext >. Acesso em: 22 jan 2016.

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. et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. **Resumos...** Foz do Iguaçu. 2002, p.94.