

Impacto do Arranjo de Plantas de Soja sobre a Qualidade da Aplicação de Produtos Fitossanitários



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 458

Impacto do Arranjo de Plantas de Soja sobre a Qualidade da Aplicação de Produtos Fitossanitários

*Cley Donizeti Martins Nunes
Carlos Gilberto Raetano
Fernando Storniolo Adegas
Diego Miranda de Souza*

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente

Enio Egon Sosinski

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

*Ana Luíza B. Viegas, Fernando Jackson, Marilaine
Schaun Pelufê, Sônia Desimon*

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine S. Pelufê

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick (estagiária)

Foto de capa

Cley Nunes

1ª edição

Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

I34 Impacto do arranjo de plantas sobre a qualidade da
aplicação de produtos fitossanitários / Cley
Donizeti Martins Nunes... [et al.]. – Pelotas: Embrapa
Clima Temperado, 2018.
30 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado,
ISSN 1516-8840 ; 458)

1. Soja. 2. Pulverização. 3. Defesa vegetal.
I. Nunes, Cley Donizeti Martins. II. Série.

CDD 633.34

© Embrapa, 2018

Autores

Cley Donizeti Martins Nunes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Carlos Gilberto Raetano

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor do Departamento de Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/Unesp, Botucatu, SP.

Fernando Storniolo Adegas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Diego Miranda de Souza

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, doutorando em Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/Unesp, Botucatu, SP.

Apresentação

A escolha das sementes de alta qualidade, cuidado com a distribuição de sementes nas fileiras, profundidade do plantio e espaçamento entre fileiras são fatores determinantes para a obtenção da máxima qualidade de plantio e do seu efeito sobre as operações subsequentes, como aplicações dos produtos químicos, bem como para o sucesso da obtenção da alta produtividade da lavoura de soja.

Dentre as práticas empregadas, destaca-se a escolha da densidade adequada de semeadura e do melhor arranjo entre as plantas. O número de plantas pode variar, ainda, em função da cultivar e/ou do regime de chuvas da região no período de implantação e de crescimento das plantas e da data de semeadura.

Dependendo da densidade e da distribuição das plantas, pode-se condicionar o ambiente mais favorável para a patogênese. Por tudo isso, ainda há notável dificuldade de proteção química em todo o dossel da planta, principalmente dos terços médio e inferior. Com a penetração e cobertura de gotas prejudicadas, o ingrediente ativo não consegue atingir o alvo em quantidade e qualidade adequadas, reduzindo o residual de controle, obrigando a uma nova aplicação e, consequentemente, encurtando o intervalo entre aplicações.

O presente estudo, realizado em Pelotas (RS), Londrina (PR) e Botucatu (SP), apresenta informações sobre a eficiência da tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários sobre diferentes espaçamentos entre as fileiras de soja, em especial no que tange à melhoria da penetração das gotas no dossel e a cobertura das folhas pela pulverização e sua interação com volumes de aplicação, além do impacto sobre o controle de organismos nocivos, principalmente da ferrugem-asiática da soja.

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral

Sumário

Introdução	9
Experimentos na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS	11
Safr a 2013/2014.....	11
Safr a 2014/2015.....	14
Experimentos na Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu, SP	16
Safr a 2012/2013.....	16
Safr a 2014/2015.....	18
Experimentos na Embrapa Soja, Londrina, PR.....	23
Safr a 2013/2014.....	23
Safr a 2014/2015.....	26
Considerações finais	29
Referências	29

Introdução

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários consiste nos conhecimentos científicos que proporcionam a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo requerido, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990; ANDEF, 2016). A razão entre a dose requerida e a aplicada para um alvo estabelece a eficiência da aplicação. Portanto, produtos colocados de forma mais eficiente sobre os alvos biológicos podem melhorar substancialmente a eficácia de controle dos agentes nocivos às plantas.

O domínio da técnica de aplicação é importante, pois diminui o desperdício do produto fitossanitário, bem como a contaminação do ambiente. Dentre as técnicas de aplicação dos produtos fitossanitários, a pulverização é a mais difundida no mundo. Não basta somente a escolha do produto adequado e o momento propício à pulverização para se obter resultados fitossanitários eficazes, mas igualmente importante é o conhecimento sobre a melhor técnica de aplicação do produto (CUNHA; TEIXEIRA, 2001). Estudos aprofundados dos parâmetros qualitativos (diâmetro mediano volumétrico – dmv; diâmetro mediano numérico – dmn; coeficiente de dispersão; amplitude relativa do espectro das gotas; densidade das gotas e cobertura do alvo) e quantitativo (volume de calda) da pulverização são necessários para se obter níveis satisfatórios de controle das doenças, insetos e plantas daninhas (BOLLER; CACHRY, 2007; CHAIM, 2009; BOSCHINI, 2006).

Para a cultura da soja, o grande desafio a ser vencido pela tecnologia de aplicação consiste em fazer com que as gotas da pulverização atravessem o terço superior das plantas e cheguem às partes inferiores, com condições de se distribuir, depositar e promover níveis de cobertura adequados em todo o dossel. Para isso, a seleção da cultivar, o hábito de crescimento e o estágio fenológico da planta, bem como o tamanho da população de plantas e a distribuição espacial delas na área tornam-se importantes na pulverização dos produtos, visando atingir com precisão o alvo requerido, em especial o agente causal da ferrugem asiática da soja.

Os espaçamentos das entrelinhas de semeadura e a densidade de plantas nas linhas das culturas podem ser alterados, com a finalidade de se estabelecer o arranjo mais adequado à obtenção de maior produtividade. Essa modificação do arranjo espacial das plantas de soja na área de cultivo pode interferir na estrutura morfológica e alterar a arquitetura da planta, criando condições diferenciadas para a penetração das gotas no dossel. Dessa forma, a escolha do arranjo espacial pode ser feita para privilegiar a técnica de aplicação e melhorar a distribuição da calda no dossel (HOLTZ et al., 2014).

A soja é uma espécie que apresenta uma grande plasticidade quanto à resposta à variação no arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações e de vagens por planta e o diâmetro do caule. A variação no tamanho da população de plantas entre 200 mil e 600 mil plantas/ha geralmente não influencia o rendimento de grãos, ou o faz muito pouco, aumentando ou reduzindo esse parâmetro, dependendo de diversos fatores. A resposta da soja ao tamanho da população de plantas se deve à sua capacidade de compensação no uso de espaço entre plantas (URBEN FILHO; SOUZA, 1992; PEIXOTO et al., 2000; BALL et al., 2000 citado por RAMBO et al., 2003).

No geral, a maior resposta em produtividade se verifica para menores variações nos espaçamentos das entrelinhas de semeadura (RAMBO et al., 2003; KOMATSU et al., 2010). Espaçamentos menores que 0,40 m resultam em fechamento mais rápido da cultura, contribuindo para o controle das plantas daninhas. Entretanto, em função da época de semeadura, cultivar, densidade de plantas e sua uniformidade, e da combinação desses fatores, podem ocorrer problemas fitossanitários na cultura. A interação da época de semeadura com os demais fatores pode incrementar a ocorrên-

cia de pragas e doenças ocasionadas pela adequação das condições do ambiente (FERREIRA; OLIVEIRA, 2008; MADALOSSO et al., 2010). Por outro lado, quanto maior o espaçamento e menor a população de plantas, maior é a penetração das gotas de pulverização, porém, o rendimento é influenciado negativamente.

Outra variável importante na tecnologia de aplicação é o volume de calda. Na prática, era comum se aplicar volumes superiores a 200 L ha⁻¹ na cultura da soja. Atualmente, há tendência de redução do volume de calda, visando reduzir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização. O uso de volumes menores de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores em valores expressivos, podendo ser o principal componente do desempenho operacional em diversas culturas. Normalmente, nas aplicações com volumes menores de calda para obtenção de coberturas adequadas do alvo são usadas gotas muito finas, o que aumenta o potencial de perdas, principalmente por deriva e/ou evaporação (CUNHA; TEIXEIRA, 2001).

Estudos realizados no município de Anápolis, GO, com aplicação de 180 L ha⁻¹ de calda, com o marcador corante alimentício azul brilhante, demonstraram que houve maior deposição da calda no terço inferior das plantas de soja nas parcelas semeadas em linhas espaçadas de 0,70 m, e de linhas cruzadas 0,50 x 0,50 m, quando comparadas aos espaçamentos entre linhas de 0,30 m; 0,50 m; e 0,60 m. Os resultados indicam que a alteração do arranjo espacial pode aumentar e/ou reduzir o tempo de fechamento total das entrelinhas da soja e interferir no controle das doenças do terço inferior (HOLTZ, 2013).

Madalosso et al. (2010) verificaram que o espaçamento das entrelinhas de 0,60 m proporcionou menor área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de ferrugem asiática da soja e maior produtividade em relação aos espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m, atribuindo esse resultado ao fato de que o aumento do espaçamento das entrelinhas otimiza a eficácia de controle da doença, explicado pela maior exposição das folhas dos terços médio e inferior, o que permite a penetração das gotas e obtenção de melhor cobertura da pulverização.

A escolha do genótipo utilizado passa a ser preponderante para a definição do arranjo de plantas na área, levando-se em conta que algumas cultivares respondem favoravelmente ao adensamento, e outras não (ASSIS et al., 2014). Portanto, há necessidade de se agrupar genótipos que respondem ou não ao aumento do espaçamento, otimizando o potencial produtivo de cada cultivar.

O estreitamento das entrelinhas pode estabelecer características diferenciadas do ponto de vista de sanidade, fisiologia da planta e tecnologia de aplicação. Heiffig et al. (2006) ressaltaram que o rápido fechamento das entrelinhas estabelece condições de menor circulação de ar e maior umidade, o que pode favorecer a incidência de doenças pela manutenção adequada das condições ambientais para a patogênese. A condição mais favorável para o fitopatógeno se estabelece principalmente no terço inferior das plantas, pelo microclima formado abaixo da camada de folhas, onde a amplitude térmica é menor, e o período de água livre sobre as folhas é maior, determinando um tempo de molhamento foliar superior a 10 horas por dia, ideal para a germinação do esporo e infecção. Do ponto de vista da eficácia de controle, há notável dificuldade de proteção química em todo o dossel da planta, principalmente dos terços médio e inferior, pelas condições que o adensamento de plantas propicia. Com a penetração e cobertura de gotas prejudicadas, o ingrediente ativo não consegue atingir o alvo em quantidade e qualidade adequadas, reduzindo o residual de controle (HOLTZ, 2013), obrigando a uma nova aplicação e, conseqüentemente, encurtando o intervalo entre aplicações.

A partir da abordagem visando a possibilidade de variação do espaçamento entrelinhas na cultura da soja, com impacto na tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários, em especial no que tange à melhoria da penetração das gotas no dossel e cobertura das folhas pela pulverização, são relatados resultados de estudos que objetivaram avaliar o efeito da alteração do espaçamento das entrelinhas, sua interação com volumes de aplicação e o impacto sobre a ocorrência e controle de organismos nocivos à cultura da soja no Brasil. Os estudos foram conduzidos pelas seguintes instituições: Embrapa Clima Temperado/Pelotas/RS, Embrapa Soja/Londrina/PR e Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP/Botucatu/SP. Essas Instituições fizeram parte do projeto “Novos sistemas de semeadura e arranjo de plantas para o aumento da produtividade e sustentabilidade da cultura da soja”.

Para melhor compreensão, os resultados dos experimentos serão abordados separadamente, em virtude da peculiaridade do manejo da cultura e das condições climáticas de cada localidade. litorâneo.

Estudos conduzidos na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Terras Baixas, no município de Capão do Leão, RS, nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015.

O solo dessas áreas é caracterizado pela deficiência da drenagem natural, baixa velocidade de infiltração da água, baixa capacidade de armazenamento de água e condutividade hidráulica reduzida, que têm sido tradicionalmente exploradas economicamente com as atividades de arroz irrigado e pecuária extensiva (SILVA; PARFITT, 1998). O excesso de água e a deficiência de drenagem desse solo resultam em mudanças na fisiologia e em alterações na absorção de nutrientes, que implica estresse para as plantas de soja, aumentando a vulnerabilidade às doenças.

Safra 2013/2014

O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos no arranjo fatorial 4 x 2, quatro sistemas de arranjo de plantas e duas cultivares, sendo uma de hábito de crescimento determinado (BRS 246RR) e outra indeterminado (BMX Potência RR), em quatro repetições. Os sistemas de arranjos de espaçamento das entrelinhas foram: reduzido (0,20 m), fileiras duplas (0,40 m e 0,20 m), tradicional (0,40 m) e cruzado com 0,40 m, com a população de 600 mil plantas por hectare.

O experimento foi semeado em 07/12/2013, com emergência em 15/12/2013, em parcelas nas dimensões de 2 m x 5 m (largura x comprimento).

Para a determinação dos volumes depositados nas folhas dos terços superior, médio e inferior das plantas de soja foi utilizada uma calda de pulverização composta pelo marcador corante alimentício azul brilhante nº 1 (fabricante Duas Rodas) e água, na concentração de 3,0 g L⁻¹ e água.

A aplicação dos tratamentos foi realizada no estágio de desenvolvimento das plantas de soja R4.1, com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra, contendo quatro pontas de jato plano do tipo XR 110.02, com pressão de trabalho de 200 kPa e volume de calda de 200 L ha⁻¹, em condições climáticas consideradas satisfatórias à pulverização. Antes de cada pulverização, foi retirada uma amostra da calda para posterior verificação da concentração real da solução.

Após cada pulverização foram coletadas 90 folhas de soja de cada parcela, sendo 30 do terço superior das plantas, 30 do terço médio e outras 30 do terço inferior. A seguir as folhas foram lavadas com 50 mL de água destilada e a soluções de lavagem, armazenadas em vidros de cor escura com volume de 100 mL, devidamente identificados. A determinação da quantidade do marcador depositada em cada amostra de folha foi quantificada em espectrofotômetro LS9LOGM, no comprimento de onda de 630 nm. Procedimento semelhante foi adotado para as amostras da calda retirada antes de cada pulverização.

Para a obtenção da concentração do corante, na amostra em mg L^{-1} , foi construída uma curva de calibração, efetuando-se a leitura no espectrofotômetro, de concentrações conhecidas do corante. A partir da reta obtida, determinou-se a equação de regressão $Y = 180,6x + 0,0047$ ($R^2 = 0,998$), que permitiu transformar os valores obtidos no espectrofotômetro (x) nos valores em mg L^{-1} (y).

Os dados obtidos foram transformados em volume (mL), pela expressão matemática $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$, em que:

C_1 – concentração da calda no momento da aplicação (mg L^{-1});

V_1 – quantidade de calda que se depositou nas folhas de soja (mL);

C_2 – leitura de concentração da amostra pelo espectrofotômetro (mg L^{-1}); e

V_2 – volume de água destilada para diluição da amostra (50 mL).

Os dados médios de deposição estimados em relação à área foliar foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do software estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

Os resultados da aplicação de 200 L ha^{-1} evidenciam que os volumes médios de calda coletados nas folhas do terço superior das plantas não apresentaram diferença significativa entre as cultivares BRS 246RR e BMX Potência RR. Isso também foi constatado entre os valores médios dos depósitos para ambas as cultivares nos espaçamentos: reduzido (0,20 m), fileiras duplas de 0,20 m com 0,40 m, tradicional 0,40 m, cruzado a 0,40 m, e nas interações dos espaçamentos e cultivares a 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Volume médio de calda (mg L^{-1}) coletados nas folhas dos terços superior, médio e inferior de duas cultivares de soja em quatro arranjos de espaçamento das entrelinhas (reduzido, 0,20 m; fileiras duplas, 0,20/0,40 m; tradicional, 0,40 m e cruzado com 0,40 m) na safra agrícola 2013/2014. Capão do Leão, RS, Embrapa Clima Temperado, 2016.

Arranjo no espaçamento das entre linhas					
Cultivares	0,20 m	0,20 m 0,40 m	0,40 m	0,40 m x 0,40 m	Média
Terço superior					
BRS246RR	0,98 aA	0,84 aA	0,81 aA	0,86 aA	0,87 A
BMX Potência RR	0,92 aA	0,94 aA	1,03 aA	1,11 aA	0,98 A
Média	0,95a	0,89a	0,92 ^a	0,99a	CV = 23,8
Terço médio					
BRS246RR	0,21 aA	0,22 aA	0,28 aA	0,26 aA	0,24 A
BMX Potência RR	0,31 aA	0,22 aA	0,27 aA	0,26 aA	0,27 A
Média	0,26a	0,22a	0,28 ^a	0,26a	CV = 39,2

Continua...

Continuação Tabela 1.

Arranjo no espaçamento das entre linhas					
Terço inferior					
BRS246RR	0,09 aA	0,13 aA	0,12 aA	0,10 aA	0,11 A
BMX Potência RR	0,08 bA	0,09 bA	0,15 aA	0,09 bA	0,10 A
Média	0,08 a	0,11a	0,14 ^a	0,09a	CV = 37,1

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si. As análises das interações por teste t e as médias de cultivar e de arranjos por Scott-Knott para $p \leq 0,05\%$.

Os volumes coletados no terço médio das plantas de soja também não diferiram entre as duas cultivares, os diferentes espaçamentos e as interações entre espaçamentos e cultivares, conforme registrado no terço superior.

No terço inferior, as médias dos volumes entre as duas cultivares e nos quatro espaçamentos entre as fileiras duplo, tradicional e cruzado não diferiram entre si, mas somente houve diferença significativa nas interações entre a cultivar BMX Potência RR com os quatro espaçamentos (Tabela 1). A média dos volumes coletados nas folhas da cultivar BMX Potência RR, no espaçamento 0,40 m, tradicional foi estatisticamente superior, quando comparada às obtidas com os demais espaçamentos. Os resultados obtidos nesse estudo estão de acordo com Holtz (2013) e Madalosso et al. (2010), que verificaram maior deposição de calda no terço inferior das plantas de soja, nas parcelas semeadas com entrelinhas mais espaçadas.

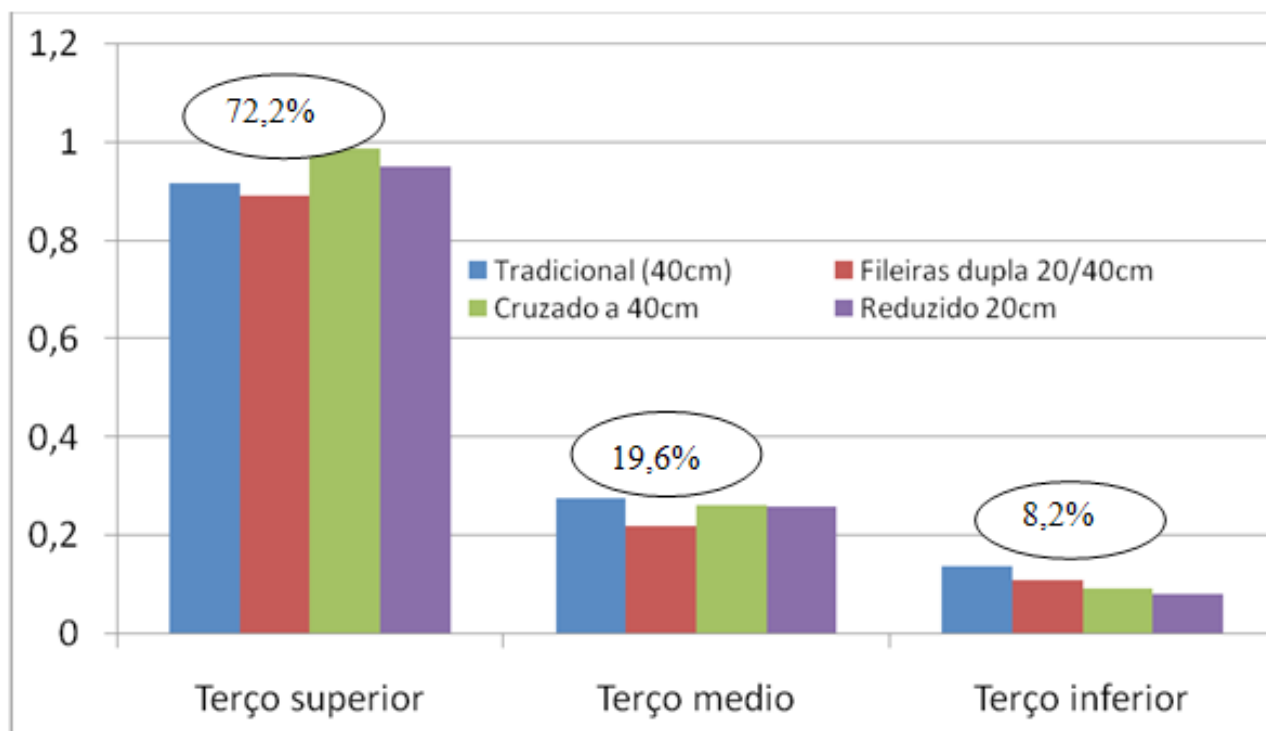


Figura 1. Porcentagem de volume (mL) de calda nas folhas dos terços superior, médio e inferior das plantas de soja de duas cultivares em quatro espaçamentos, com população de 600 mil plantas ha⁻¹, a partir da aplicação de 200 L ha⁻¹ de calda. Safra agrícola 2013/2014. Capão do Leão, RS, Embrapa Clima Temperado, 2017.

Com a aplicação do volume de 200 L ha⁻¹ nos quatro espaçamentos entre linhas estabelecidos para as duas cultivares, somente 8,2% desse volume conseguiu passar pelas camadas de folhas do terço superior e médio e se depositar nas folhas do terço inferior das plantas (Figura 1). A importância está nessa região alvo, onde ocorrem os sintomas iniciais da ferrugem asiática, principal doença da cultura da soja.

Safra 2014/2015

Nessa safra 2014/2015 foi semeada a cultivar de soja BMX Potência RR, usando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso e os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 2 x 4, dois volumes de calda (75 L ha⁻¹ e 150 L ha⁻¹) aplicados em quatro sistemas de arranjo de espaçamento entre as fileiras, totalizando oito tratamentos, em quatro repetições.

Os sistemas de arranjos de espaçamento entre linhas utilizados foram diferentes, quando comparados àqueles da safra anterior (2013/2014), sendo: tradicional (0,50 m), cruzado com 0,50 m, reduzido (0,25 m) e fileiras duplas (0,50 m e 0,25 m) com a população de 600 mil plantas por hectare.

O método para a determinação dos volumes depositados nas folhas dos terços superior, médio e inferior das plantas de soja foi o mesmo utilizado na safra anterior (2013/2014). O experimento foi semeado em 18/11/2014, com emergência em 05/12/2014, em parcelas com dimensões de 2 m x 5 m (largura x comprimento).

Os valores dos depósitos médios de calda da pulverização de dois volumes nos quatro espaçamentos entre linhas e nas partes superior, média e inferior das plantas estão apresentados na Tabela 2. Os dados de deposição média estimada em relação à área foliar foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Os valores dos depósitos de calda obtidos a partir de 75 L ha⁻¹ e 150 L ha⁻¹ nas folhas do terço superior das plantas não apresentaram diferenças significativas entre si, nos quatro espaçamentos e nas interações entre volumes e espaçamentos.

Pela deposição obtida nas folhas do terço médio das plantas não ocorreu diferença significativa entre os volumes de calda 75 L ha⁻¹ e 150 L ha⁻¹. No espaçamento de duplas fileiras houve maior deposição de calda, e diferenças em relação aos demais arranjos. Os arranjos nos espaçamentos das entrelinhas reduzido (0,25 m), tradicional (0,50 m) e cruzado 0,50 x 0,50 m e com volume de

Tabela 2. Volumes médios de calda (mg L⁻¹) coletados nas amostras de folhas dos terços superior, médio e inferior da cultivar de soja BMX Potência RR nos espaçamentos: reduzido (0,25 m), fileiras duplas (0,25 m / 0,50 m), tradicional (0,50 m) e cruzado (0,50 m x 0,50 m) na safra 2014/2015. Capão do Leão, RS, Embrapa Clima Temperado, 2017.

Arranjo no espaçamento das entre linhas					
Volumes aplicados	0,25 m	0,25 m 0,50 m	0,50 m	0,50 m x 0,50 m	Média
Terço superior					
75 L/ha	0,53 aA	0,40 aA	0,41 aA	0,46 aA	0,45 A
150 L/ha	0,66 aA	0,47 aA	0,48 aA	0,57 aA	0,55 A
Média	0,60 a	0,44 a	0,45 a	0,51 a	CV = 33,9
Terço médio					
75 L/ha	0,25 aA	0,42 bA	0,21 aA	0,21 aA	0,27 A
150 L/ha	0,22 aA	0,46 cA	0,22 aA	0,36 bB	0,32 A
Média	0,23b	0,44a	0,22b	0,29b	CV = 20,5

Continua...

Continuação Tabela 2.

Arranjo no espaçamento das entre linhas					
Terço inferior					
75 L/ha	0,09 aA	0,06 aA	0,06 aA	0,07 aA	0,07 A
150 L/ha	0,08 aA	0,12 aA	0,12 aA	0,09 aA	0,10 A
Média	0,09 a	0,09 a	0,09 a	0,08 a	CV = 55,9

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si. As análises das interações por teste t e as médias de cultivar e de arranjos por Scott-Knott para $p \leq 0,05\%$.

calda menor não apresentaram diferenças significativas entre si. Na aplicação do volume de 75 L ha^{-1} , os arranjos reduzido, tradicional e cruzado não tiveram diferenças significativas entre si, mas apresentaram diferenças significativas para o espaçamento de fileiras duplas. Por outro lado, no volume de 150 L ha^{-1} , os espaçamentos de duplas fileiras e cruzado captaram os maiores volumes, com diferença significativa entre si e dos demais arranjos. Os espaçamentos, reduzido e tradicional não se diferenciaram.

Os menores depósitos de calda no terço inferior das plantas não diferiram significativamente entre os volumes aplicados (75 L ha^{-1} e 150 L ha^{-1}), nos quatro espaçamentos das entrelinhas e nas inte-

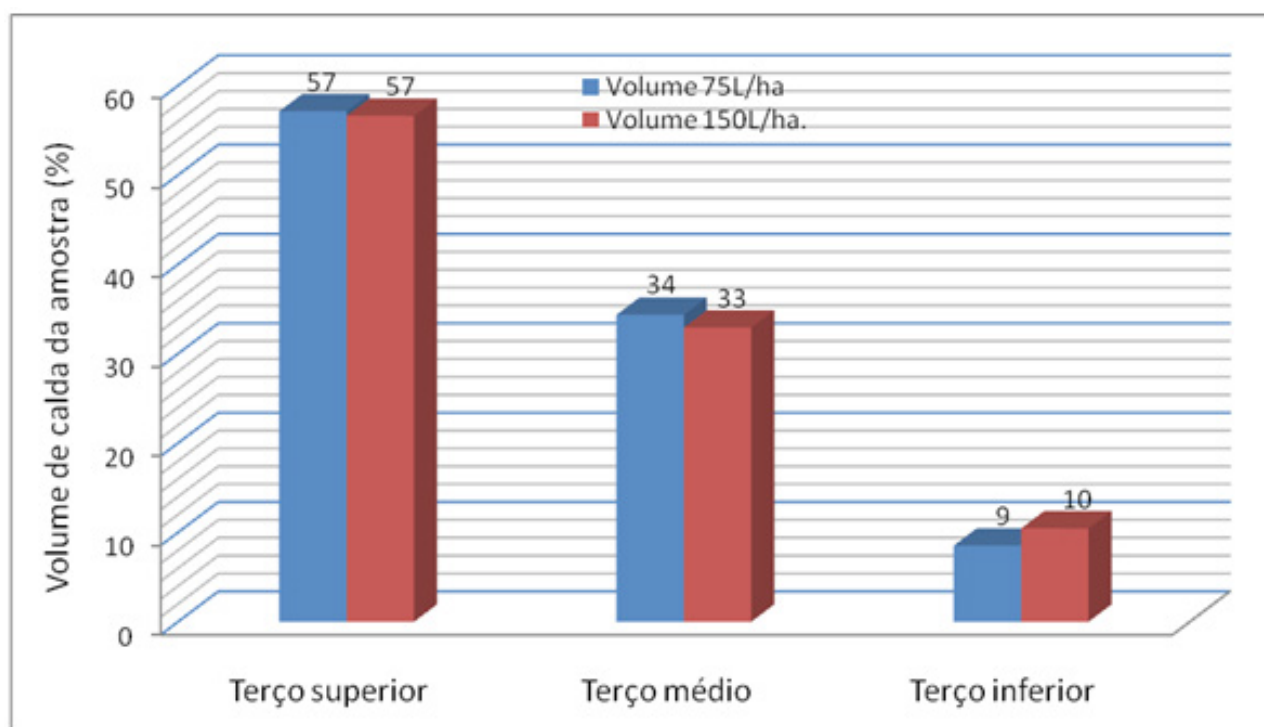


Figura 2. Porcentagem de volume de calda coletados nas amostras de folhas dos terços superior, médio e inferior das plantas da cultivar de soja BMX Potência RR, em quatro espaçamentos das entrelinhas com a população de 600 mil plantas ha^{-1} , a partir das aplicações de 75 L ha^{-1} e 150 L ha^{-1} de calda na safra 2014/2015. Capão do Leão, RS, Embrapa Clima Temperado, 2017.

rações entre volumes e espaçamentos. Entre os volumes aplicados, a maior penetração das gotas nas partes superior e média do dossel resultou em maior porcentagem de deposição de calda nas folhas do terço inferior das plantas com 150 L ha^{-1} (Figura 2).

Boschini (2006) observou que o maior volume de calda (300 L ha^{-1}) proporcionou deposição de gotas significativamente maior no terço inferior das plantas, quando comparado com volumes menores (100 L ha^{-1} e 200 L ha^{-1}), independentemente das pontas de pulverização em uso.

CONCLUSÕES

Não há diferenças significativas do desempenho operacional da tecnologia de aplicação utilizando-se 200 L ha^{-1} de calda entre as cultivares de hábito de crescimento determinado (BRS 246RR) e indeterminado (BMX Potência RR).

Na avaliação geral das duas safras, o maior volume, 200 L ha^{-1} , apresentou diferenças significativas entre os arranjos dos espaçamentos das entrelinhas no terço inferior das plantas, e com os volumes de 75 L ha^{-1} e 150 L ha^{-1} essas diferenças ocorreram no terço médio. Entre os arranjos de plantas, o espaçamento reduzido obteve os depósitos com menores volumes de calda.

Estudos conduzidos na Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, SP

Os experimentos foram conduzidos em área experimental, pertencente às Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) nas safras agrícolas 2012/2013 e 2014/2015.

A área destinada aos experimentos é situada a uma altitude de 724 m, coordenadas geográficas $22^{\circ}48'S$ e $48^{\circ}25'O$ e solo Latossolo Vermelho, segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Três experimentos foram conduzidos: 1) na safra agrícola 2012/2013, para avaliar o efeito dos arranjos de semeadura e assistência de ar no depósito da pulverização nas folhas de soja; 2) na safra agrícola 2014/2015, para avaliar o efeito dos arranjos de semeadura e adjuvante no depósito da pulverização; e 3) nessa mesma safra, o efeito dos arranjos de semeadura e assistência de ar no depósito da pulverização em folhas de soja.

Safra 2012/2013

A semeadura ocorreu no dia 22/11/12, cultivar DOW 5D688 de hábito de crescimento determinado, com as semeadoras-adubadoras da marca comercial Semeato modelo SHM 15/17 e Jumil modelo Exacta air 2980 PD. A adubação de plantio foi realizada com 320 kg ha^{-1} do formulado 04 20 20 (N-P-K) e a população final de plantas mantida em 400 mil plantas ha^{-1} .

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 4×2 [quatro arranjos de semeadura: 1) espaçamento de 0,45 m entre linhas denominado convencional (CO); 2) espaçamento perpendicular entre linhas 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 fileiras duplas (FD); 4) espaçamento adensado (AD) da cultura com 0,20 m entre linhas] em duas tecnologias de aplicação, com assistência de ar (AA) na capacidade máxima de rotação do ventilador, e sem assistência de ar (SAA). Assim, o experimento foi constituído por quatro blocos de oito parcelas de $9,0 \times 10,0 \text{ m}$ (largura x comprimento), em quatro repetições.

Os arranjos CR e CO foram semeados com a semeadora-adubadora da marca comercial Jumil modelo Exacta air 2980 PD, e os demais com a semeadora-adubadora da marca comercial Semeato modelo SHM 15/17 com disco de corte.

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

A ponta de pulverização foi mantida a 0,50 m de altura em relação ao topo do dossel das plantas de soja. A pulverização foi realizada com o trator Massey Ferguson 286, em terceira marcha reduzida, com velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador de 6,0 km h⁻¹. Pela presença do sistema de débito proporcional do fluxo líquido (Master Flow®) com uma válvula para cada seção da barra, a pulverização foi realizada apenas por uma das seções da barra do pulverizador, mantendo constantes a vazão e pressão de trabalho das pontas de pulverização.

Para a quantificação do depósito da pulverização, foi adotado o método proposto por Palladini (2000). Como marcador foi utilizado o corante alimentício azul brilhante (FD&C n. 1), adicionado à calda de pulverização na concentração de 1,5 g.L⁻¹. De acordo com Pinto et al. (2007), esse corante permanece estável por um período de 5 horas de exposição à luz solar.

Para avaliação dos depósitos da pulverização foram amostrados, ao acaso, 20 folíolos por planta nas parcelas, dos quais 10 folíolos foram provenientes da parte superior, com maior exposição à pulverização; e 10 folíolos da parte inferior, nesse caso, último folíolo da parte inferior da planta. As folhas coletadas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos e transportadas ao laboratório.

No laboratório, foram lavadas com 30 mL de água destilada e agitadas por aproximadamente 20 segundos. A solução resultante da lavagem foi colocada em recipientes plásticos e os depósitos quantificados em espectrofotômetro (Shimadzu UV 1601 PC) com leitura da absorbância no comprimento de onda de 630 nm (SCUDELER et al., 2004).

Após a lavagem das folhas e extração do marcador, a área das folhas foi mensurada pelo medidor de área foliar de bancada LICOR, modelo LI-3100, obtendo os dados da área foliar em cm².

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

Assim, ao se relacionar os valores de absorbância com a equação obtida da curva de calibração, foi possível determinar a concentração do corante em cada amostra. A partir dos valores de concentração, foi possível obter o volume capturado pelo alvo por meio da equação já relatada nos estudos conduzidos no Rio Grande do Sul.

O volume retido em cada folha em mL (mililitro), para melhor demonstração dos dados, foi convertido em µL (microlitro) e dividido pela respectiva área foliar, obtendo-se assim o volume recuperado da pulverização em µL.cm⁻².

Tabela 3. Médias dos depósitos da pulverização com marcador azul brilhante em diferentes sistemas de semeaduras com e sem assistência de ar em plantas de soja, cultivar DOW 5D688. Botucatu, SP, safra agrícola 2012/2013.

Arranjos de semeadura	Deposição (μL cm ⁻²)			
	Com assistência de ar (AA)		Sem assistência de ar (SAA)	
	Parte da planta			
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
CO	0,0403 aAα	0,2091 aAβ	0,0317 aAα	0,3425 aBβ
FD	0,0311 aAα	0,2168 abAβ	0,0182 aAα	0,3567 aBβ
AD	0,0127 aAα	0,3245 bAβ	0,0097 aAα	0,3635 aBβ
CR	0,0746 aAα	0,3008 abAβ	0,0124 aAα	0,4444 aBβ
F _{Arranjos de semeadura} : 1,59 ^{ns} ; P=0,2026				
F _{Assistência de ar} : 5,55*; P=0,0223				
F _{partes da planta} : 220,52*; P<0,0001				
F _{Arranjos de semeadura x assistência de ar x parte da planta} : 0,726 ^{ns} ; P=0,5279				

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

Letras minúsculas comparam a deposição entre os sistemas de semeadura dentro de cada nível de assistência de ar e parte da planta. Letras maiúsculas comparam a deposição com e sem assistência de ar dentro de cada sistema de semeadura e na mesma parte na planta. Letras gregas comparam o depósito entre as partes da planta dentro de cada nível de assistência de ar e o sistema de semeadura.

Os resultados dos depósitos das pulverizações não evidenciaram diferenças entre os arranjos de semeadura e a interação entre os fatores. No entanto, houve diferença significativa quanto ao uso da assistência de ar e entre as partes da planta (Tabela 3).

Analisando-se o uso da assistência de ar (AA), nota-se maiores depósitos da pulverização no sistema de semeadura adensado (AD), na parte superior. Também é possível notar que na parte superior das plantas, na presença da assistência de ar, os depósitos foram menores em relação à pulverização AA.

Quando comparados os depósitos da pulverização nas partes das plantas, entre os sistemas de semeadura, independentemente da tecnologia de pulverização, os depósitos na parte superior foram ao redor de 10 vezes superior em relação aos obtidos na parte inferior (Tabela 3).

Safra 2014/2015

Dois experimentos foram conduzidos visando avaliar o efeito dos arranjos de semeadura no depósito da pulverização no dossel das plantas de soja. O primeiro experimento avaliou o efeito do adjuvante éster metílico de soja na calda; e o segundo experimento avaliou o efeito da assistência de ar na barra de pulverização, semelhante ao realizado na safra agrícola 2012/2013.

As semeaduras dos experimentos ocorreram no dia 29/10/2014, com a cultivar DOW 5D634 de hábito de crescimento indeterminado, com a semeadora-adubadora da marca comercial Semeato® modelo SHM 15/17 e adubação de plantio 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 final de plantas foi mantida em 400 mil plantas por hectare. Segundo Tourino et al. (2009), a semeadora de fluxo contínuo apresenta menor densidade real de plantas e menor uniformidade nos espaçamentos entre plantas, comparada às semeadoras do tipo pneumático a vácuo. A fim de compensar essa desuniformidade, foi escolhida uma população de plantas mais próxima do máximo recomendado pela

empresa fabricante da cultivar utilizada (400 mil), para essa região e altitude (Região 2, Microrregião 203 e altitude maior que 500 m).

Os experimentos foram conduzidos no mesmo delineamento experimental, blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos no esquema de parcelas subdivididas. Os níveis de depósitos da pulverização foram analisados, no primeiro experimento, considerando-se cinco arranjos de semeadura, combinados a duas técnicas de aplicação em três partes da planta (superior, médio e inferior), em quatro repetições.

Os arranjos de semeadura foram: 1) espaçamento de 0,40 m entre linhas, denominado convencional (CO); 2) espaçamento perpendicular entre linhas espaçadas de 0,40 m, 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); 5) espaçamento de 0,20 m entre linhas, denominado adensado (AD); em duas tecnologias de aplicação. No primeiro experimento: calda fungicida com adjuvante (CA) ou sem adjuvante (SA). No segundo experimento: calda fungicida com assistência de ar na barra (AA) ou sem assistência de ar na barra (SAA).

Assim, cada experimento foi constituído de 20 parcelas, com dimensão de 6 m x 12 m (largura x comprimento), e 40 subparcelas, na dimensão de 6 m x 6 m (largura x comprimento) para cada subparcela. A área útil de amostragem das subparcelas foi 4 m x 4 m (largura x comprimento) na parte central e o restante da área considerada bordadura.

Os resultados da análise quantitativa da pulverização 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).

Experimento 1

As pulverizações para as avaliações quantitativas 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 terceira reduzida, a 1.800 rpm no motor para se 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 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 ASABE S572.1 na classificação do tamanho 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 a sul, acompanhando o sentido de semeadura das linhas.

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, nas doses de 0,4 L ha⁻¹ e 1,5 g L⁻¹, respectivamente. Após a pulverização, nas respectivas subparcelas, 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.

Antes de cada aplicação, realizou-se a limpeza interna do pulverizador, regulagem e calibração. O diluente utilizado para as pulverizações foi água destilada, previamente preparada em laboratório. Para a quantificação dos depósitos da pulverização foi utilizado o marcador corante azul brilhante (fabricante Duas Rodas Industrial®), catalogado internacionalmente pela *Food, Drugs & Cosmetic* como FD&C Blue nº1 na concentração de 1,5 g L⁻¹. A quantificação do depósito seguiu a metodologia utilizada na safra 2012/2013, com algumas adaptações.

Após a pulverização foram coletados 30 folíolos de diferentes plantas nas linhas centrais de cada subparcela 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-se 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. A solução resultante da lavagem foi colocada em frascos plásticos de capacidade de 80 mL, conservados sob refrigeração (8 ± 3 °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. Imediatamente após a extração do marcador, a área de cada folíolo foi mensurada pelo medidor de área foliar de bancada LICOR, modelo LI - 3100.

Para se 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). Equação a partir da calda sem adjuvante (CA): $y = 0,140x + 0,042$ ($R^2 = 0,999$); equação a partir da calda com adjuvante (SA): $y = 0,145x + 0,061$ ($R^2 = 0,998$).

Assim, ao se relacionar os valores de absorbância com a equação obtida da curva de calibração, foi possível determinar a concentração do corante em cada amostra. Com posse dos valores de concentração, foi possível obter o volume capturado pelo alvo por meio da equação já relatada anteriormente.

O volume retido em cada folha em mL (mililitro), para melhor demonstração dos dados, foi convertido em µL (microlitro) e dividido pela respectiva área foliar, obtendo-se assim o volume recuperado da pulverização em µL cm⁻².

Na parte superior da planta, mais exposta à pulverização, os depósitos no arranjo AD foram 47% maiores quando a pulverização foi associada ao adjuvante (CA), comparada à ausência do adjuvante (Tabela 4). No tratamento AD, folhas de tamanho menores, mais inclinadas, provavelmente influenciaram sobre os depósitos da pulverização.

A presença do adjuvante (CA) incrementou os depósitos no arranjo FD1, em relação aos demais arranjos na parte superior das plantas. Incremento nos depósitos de pulverização na parte superior das plantas também foi obtido por Cunha e Peres (2010) com adjuvante acrescido à calda. No

Tabela 4. Análise de variância e valores médios dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), 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 à pulverização aos 77 DAE³. Botucatu-SP, 2015.

Causa de variação		Valor de F		Probabilidade (P<0.05)		
Arranjos de semeadura		2,539		0,095		
Adjuvante		0,907		0,344		
Partes 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		
Arranjos 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 m; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 m; e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (triflostrobina + proclorazoxolol), 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.

entanto, os autores enfatizam que o efeito do adjuvante na pulverização pode variar em função da ponta empregada.

Houve diferença significativa entre os depósitos nas partes das plantas, os maiores valores na parte superior, independentemente do arranjo, se devem provavelmente à massa vegetal das plantas (R4), no momento da pulverização (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; em função dessa característica é possível observar maiores níveis dos depósitos nessa parte da planta. 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 esse fato com aumento do índice de área foliar (IAF).

Experimento 2

As pulverizações para as avaliações quantitativas 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, na marcha de trabalho de terceira reduzida A, a 1.500 rpm no motor,

com velocidade de $4,5 \text{ km h}^{-1}$, 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} .

Antes de cada aplicação realizou-se a limpeza interna do pulverizador, regulagem e calibração. O diluente utilizado para as pulverizações foi água destilada, previamente preparada em laboratório. Apenas uma única calda foi preparada, com a adição do fungicida trifloxistrobina + prothioconazol (FOX) e o marcador azul brilhante, nas doses de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ e $1,5 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente. Após a pulverização nas respectivas subparcelas da calda fungicida, com a assistência de ar na barra (AA) 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.

A avaliação do depósito da pulverização seguiu o mesmo método descrito no Experimento 1. Assim, para se obter a concentração do corante de cada 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} . Equação a partir da calda: $y = 0,141x + 0,106$ ($R^2 = 0,998$).

A partir da equação, foi possível transformar os valores obtidos no espectrofotômetro em concentração (mg L^{-1}). A partir desses valores e utilizando a expressão matemática $C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$, foi possível obter o volume capturado pelo alvo.

O volume retido em cada folíolo em mL (mililitro), para melhor demonstração dos dados, foi convertido em μL (microlitro) e dividido pela respectiva área foliar, obtendo-se assim o volume recuperado da pulverização em $\mu\text{L cm}^{-2}$.

Tabela 5. 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 e com – SAA/AA)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	
Arranjos de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SAA	AA	SAA	AA	SAA	AA
CO	0,417 A	0,447	0,113 B	0,324	0,176 AB	0,350
CR	0,325	0,371	0,086	0,194	0,136	0,270
FD1	0,219 β	0,532 Aα	0,072	0,184 B	0,208	0,153 B

Continua...

Continuação Tabela 5.

Arranjos de semeadura	Superior		Média		Inferior	
	SAA	AA	SAA	AA	SAA	AA
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 m; FD2: fileira dupla com espaçamento de 0,6 m e AD: adensado.

²Pulverização de fungicida (triflostrobina + protriocanazol), 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 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.

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. Apesar disso, não houve diferença significativa entre os depósitos dos diferentes arranjos de semeadura (Tabela 5).

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 (AA).

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 5). 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.

CONCLUSÕES

Nas safras agrícolas 2012/2013 e 2014/2015 não foram constatados efeitos dos diferentes arranjos de semeadura na tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários.

Em todos os experimentos, em ambas as safras agrícolas, houve nítida tendência de maior deposição da calda na parte superior das plantas, independentemente do arranjo de semeadura.

Estudos conduzidos na Embrapa Soja, Londrina, PR

Os trabalhos foram realizados na Estação Experimental da Embrapa Soja, no município de Londrina, PR, nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015. Em ambos os anos, os experimentos foram conduzidos em um Latossolo vermelho eutroférico, composto de 74% de argila, pH de 5,7 e 2,2% de M.O., com os tratamentos culturais sendo semelhantes nos dois anos de estudo.

Safra 2013/2014

O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, no arranjo fatorial 4 x 2, sendo quatro sistemas de arranjo de espacial de plantas e duas cultivares.

Os sistemas de arranjo espacial de plantas foram compostos pelo espaçamento reduzido (0,20 m), fileiras duplas (0,20 m x 0,80 m), cruzado (0,50 m) e normal (0,5 m), todos mantendo a população de 450 mil plantas ha⁻¹.

As cultivares utilizadas no experimento foram a BRS 359RR, de hábito de crescimento determinado e a BMX Potência RR, de hábito de crescimento indeterminado, com a semeadura sendo realizada no dia 14/11/2013.

A aplicação nos tratamentos foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio de desenvolvimento R5.4, sendo utilizado uma calda de pulverização composta por água e corante alimentício azul brilhante (FD&Cn. 1), na concentração de 3 g L⁻¹. A aplicação foi realizada com um pulverizador tratorizado modelo Columbia, contendo pontas de jato plano XR 110.02, com pressão de trabalho de 200 kPa, resultando no volume de calda de 150 L ha⁻¹, em condições climáticas satisfatórias.

Antes da aplicação, em cada parcela experimental foram distribuídas quatro estacas de ferro, com suporte para três papéis hidrossensíveis, colocados no terço superior (75 cm acima do solo), terço médio (50 cm acima do solo) e terço inferior (25 cm acima do solo) de cada estaca, que foram distribuídas aleatoriamente nas entrelinhas da soja, dentro da área útil da parcela. Também antes da aplicação foi coletada uma amostra de 100 mL da calda, para verificação da concentração real da solução.

Após a aplicação, foram coletadas 90 folhas de soja de dentro da área útil de cada parcela, sendo 30 do terço superior, 30 do terço médio e 30 do terço inferior das plantas. Na sequência as folhas foram lavadas com 50 mL de água destilada e a soluções de lavagem, armazenadas em vidros específicos, devidamente identificados. Após a lavagem das folhas, as mesmas tiveram a sua área mensurada em cm², sendo utilizado para tal o medidor de área foliar LICOR (mod. LI-3100). Ao mesmo tempo, foram coletados os papéis hidrossensíveis, colocados em saquinhos de papel devidamente identificados pela posição na haste.

A determinação da quantidade do corante depositada em cada amostra, assim como da concentração da calda aplicada, foi quantificada em espectrofotômetro SF325NM, no comprimento de onda de 630 nm. A metodologia para obtenção da curva de calibração específica, e consequentemente a obtenção das concentrações de cada amostra, foi a mesma já descrita nos estudos realizados em Pelotas, RS.

A leitura dos parâmetros obtidos pela deposição nos papéis hidrossensíveis foi realizada utilizando-se o programa computacional GOTAS.

Tabela 6. Volume médio de calda (μLcm⁻²) coletados nas folhas dos terços superior, médio e inferior de duas cultivares de soja, em quatro sistemas de arranjo de plantas de soja, na safra agrícola 2013/2014. Londrina, PR, Embrapa Soja, 2017.

Sistemas de Arranjo de Plantas					
Cultivares	0,2 m	0,5 m	0,2 m / 0,8 m	0,5 m cruzado	Médias
Terço superior					
BMX Potência RR	4,55 aA ¹	3,45 bA	4,36 aA	4,24 aA	4,15 A
BRS 359 RR	2,82 aB	5,44 aA	3,039 aB	3,67 aB	3,74 A

Continua...

Continuação Tabela 6.

Sistemas de Arranjo de Plantas					
Média	3,69 a	4,45 a	3,70 a	3,96 a	
Terço médio					
BMX Potência RR	1,44 aA	1,11 bB	2,20 aA	0,92 aA	1,42 A
BRS 359 RR	1,06 aA	2,21 aA	1,71 aA	1,47 aA	1,61 A
Média	1,25 b	1,66 a	1,95 a	1,19 b	
Terço inferior					
BMX Potência RR	0,33 aB	0,44 bB	0,92 aA	0,48 bB	0,54 B
BRS 359 RR	0,60 aB	1,14 aA	0,62 aA	1,20 aA	0,89 A
Média	0,46 b	0,79 a	0,77 a	0,84 a	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Como era esperado, houve maior deposição de calda no terço superior das plantas, sem haver diferença entre os arranjos (Tabela 6). Já no terço médio foi observado menor deposição para o espaçamento reduzido e o sistema cruzado, enquanto que no ter inferior a menor deposição foi observada apenas no espaçamento reduzido. Esses resultados demonstraram que o fechamento mais rápido e mais uniforme das entrelinhas da soja resulta em menor penetração dos agroquímicos aplicados, em volume, a partir do estágio de enchimento de grão.

Em relação às cultivares estudadas, houve diversidade nos resultados obtidos, com maior deposição no terço superior da BMX Potência RR nos sistemas adensado, fileira dupla e cruzado, do que a cultivar BRS 359 RR (Tabela 1). Essa situação se inverteu no terço médio, onde a BRS 395 RR obteve maior deposição no espaçamento de 0,5 m, enquanto que nos demais não houve diferença. No terço inferior, mesmo sendo uma cultivar determinada, houve maior deposição na cultivar BRS

Tabela 7. Percentual de cobertura (%) da calda de aplicação, das folhas dos terços superior, médio e inferior de duas cultivares de soja, em quatro sistemas de arranjo de plantas de soja, na safra agrícola 2013/2014. Londrina, PR, Embrapa Soja, 2017.

Sistemas de Arranjo de Plantas					
Cultivares	0,2 m	0,5 m	0,2 m / 0,8 m	0,5 m cruzado	Médias
Terço superior					
BMX Potência RR	35,99 aA ¹	21,66 bB	42,95 aA	27,99 bB	32,15 B
BRS 359 RR	31,46 aB	51,54 aA	36,98 aB	39,85 aB	39,96 A
Média	33,73 a	36,60 a	39,97 a	33,92 a	
Terço médio					
BMX Potência RR	13,91 aA	7,32 bB	19,85 aA	9,77 bB	12,71 B
BRS 359 RR	19,32 aB	27,83 aA	18,99 aB	18,51 aB	21,16 A
Média	16,61 a	17,57 a	19,42 a	14,14 a	
Terço inferior					
BMX Potência RR	8,11 aB	4,47 bB	14,53 aA	7,92 bB	8,76 B
BRS 359 RR	12,80 aA	14,57 aA	12,67 aA	14,68 aA	13,68 A
Média	10,45 a	9,52 a	13,60 a	11,30 a	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

359 RR no espaçamento de 0,5 m e no cruzado, assim como na média geral, em relação a BMX Potência RR, que é uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. Isso pode ser explicado: como nessa safra houve um período seco no início do ano, a BRS 359 RR perdeu uma quantidade maior de folhas e, portanto, houve maior exposição dos terços médio e inferior para a aplicação de produtos.

Com relação ao percentual de cobertura da aplicação, não foram observadas diferenças entre as médias gerais dos quatro sistemas de arranjo de plantas, mas apenas para a cultivar BMX Potência RR, nos terços superior e médio, com maior cobertura no adensado e na fileira dupla (Tabela 7).

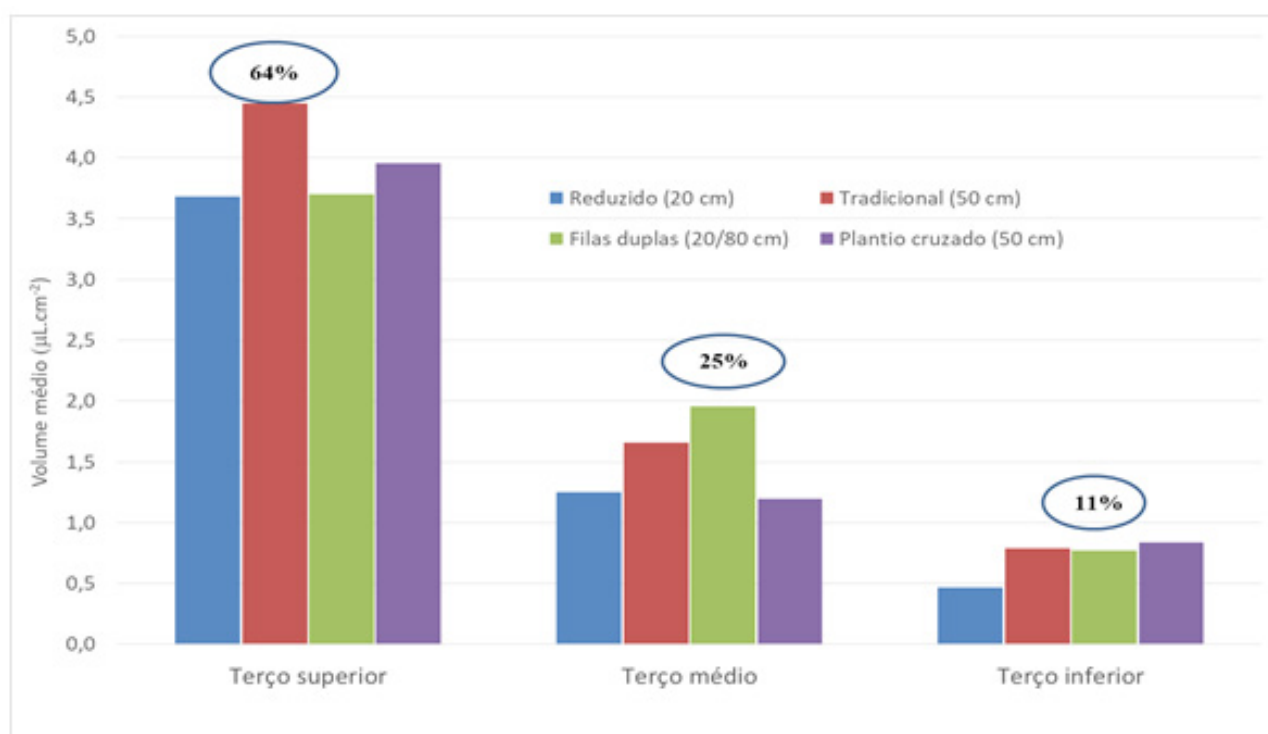


Figura 3. Volume médio de calda ($\mu\text{L cm}^{-2}$) coletados nas folhas dos terços superior, médio e inferior da soja, na média de duas cultivares, em quatro sistemas de arranjo de plantas de soja, na safra agrícola 2013/2014. Londrina, PR, Embrapa Soja, 2017.

Em relação à porcentagem de cobertura entre as cultivares, a BMX Potência RR obteve maior cobertura nos terços superior e médio do que a BRS 359 RR, resultado que se inverteu no terço inferior, em que a BRS 395 RR teve uma maior porcentagem de cobertura pela calda aplicada que a BMX Potência RR.

Na média das duas cultivares estudadas, a grande proporção da calda aplicada ficou depositada no terço superior das plantas, com 64% do volume total retido nessa região, enquanto que o terço médio recebeu 25% do volume, e o terço inferior apenas 11% (Figura 3). Isso demonstra a grande dificuldade de se atingir alvos no terço médio e principalmente no inferior, na cultura da soja.

Safra 2014/2015

O experimento conduzido nessa safra foi disposto no mesmo delineamento experimento da safra anterior, em blocos ao acaso, com quatro repetições, no esquema fatorial 4x2, sendo os mesmos

quatro sistemas de arranjos de plantas, mas agora variando dois volumes de calda, de 75 e 150 L ha⁻¹.

A cultivar utilizada no experimento foi a BRS 359 RR, semeada no dia 18/11/2014, na população de 450 mil plantas ha⁻¹.

A aplicação dos tratamentos foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio de desenvolvimento R5.2, sendo utilizado o mesmo sistema de calda de pulverização, composta por água e corante alimentício azul brilhante (FD&C nº 1), na concentração de 3 g L⁻¹. A aplicação foi realizada com um pulverizador tratorizado modelo Columbia Vortex, contendo pontas de jato plano AVI 110.015. Para a obtenção da vazão de 75 L ha⁻¹, foi utilizada a pressão de trabalho de 140 kPa, na

Tabela 8. Densidade de gotas (gotas/cm²) nas folhas dos terços superior, médio e inferior em dois volumes de calda, em quatro sistemas de arranjo de plantas de soja, na safra agrícola 2014/2015. Londrina, PR, Embrapa Soja, 2017.

Sistemas de Arranjo de Plantas					
Volume de Calda	0,2 m	0,5 m	0,2 m / 0,8 m	0,5 m cruzado	Médias
Terço superior					
70 L ha ⁻¹	12,81 aA ¹	23,00 aA	10,32 aA	8,39 bA	13,63 A
150 L ha ⁻¹	16,34 aA	18,76 aA	19,37 aA	24,80 aA	19,82 A
Média	14,58 a	20,88 a	14,85 a	16,59 a	
Terço médio					
70 L ha ⁻¹	5,90 aA	9,24 aA	8,75 aA	9,95 aA	8,46 A
150 L ha ⁻¹	7,16 aA	8,43 aA	9,77 aA	5,38 aA	7,69 A
Média	6,53 a	8,84 a	9,26 a	7,67 a	
Terço inferior					
70 L ha ⁻¹	3,27 bA	6,53 aA	6,49 aA	6,30 aA	5,65 A
150 L ha ⁻¹	6,12 aA	6,38 aA	6,34 aA	4,29 aA	5,78 A
Média	3,70 b	6,45 a	6,41 a	5,29 a	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

marcha primeira simples, com 1.800 RPM e velocidade de 8,8 Km h⁻¹. Para a obtenção da vazão de 150 L ha⁻¹, foi utilizada a pressão de trabalho de 172 kPa, na marcha terceira reduzida, com 1800 RPM e velocidade de 5,6 Km h⁻¹. Ambas as aplicações foram realizadas em condições climáticas satisfatórias.

Tabela 9. Percentual de cobertura (%) da calda de aplicação, das folhas dos terços superior, médio e inferior, em dois volumes de calda, em quatro sistemas de arranjo de plantas de soja, na safra agrícola 2014/2015. Londrina, PR, Embrapa Soja, 2017.

Sistemas de Arranjo de Plantas					
Volume de Calda	0,2 m	0,5 m	0,2 m / 0,8 m	0,5 m cruzado	Médias
Terço superior					
70 L ha ⁻¹	4,17 aB	9,31 aA	2,75 bB	6,52 bA	5,69 B
150 L ha ⁻¹	7,5 aA	10,82 aA	8,05 aA	11,59 aA	9,49 A
Média	5,84 b	10,06 a	5,40 b	9,06 a	
Terço médio					
70 L ha ⁻¹	1,47 aA	2,71 aA	2,31 aA	3,51 aA	2,50 A
150 L ha ⁻¹	2,31 aA	2,78 aA	4,15 aA	2,12 aA	2,84 A
Média	1,89 b	2,74 a	3,23 a	2,82 a	

Continua...

Continuação Tabela 9.

Sistemas de Arranjo de Plantas					
Terço inferior					
70 L ha ⁻¹	1,06 bB	1,64 aB	1,65 aB	1,67 aA	1,51 B
150 L ha ⁻¹	2,54 aA	2,98 aA	3,33 aA	1,95 aA	2,70 A
Média	1,80 b	2,31 a	2,49 a	1,81 b	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As metodologias de avaliação da aplicação e da análise dos dados obtidos foram as mesmas das utilizadas na safra anterior, em 2013/2014.

Os dois volumes de calda estudados, de 75 e 150 L ha⁻¹, proporcionaram resultados muito semelhantes na densidade de gotas entre todos os sistemas de arranjo de plantas estudados (Tabela 8), apenas no espaçamento adensado houve menor densidade de gotas obtidas no volume de 75 L ha⁻¹, que diferenciou esse arranjo dos demais.

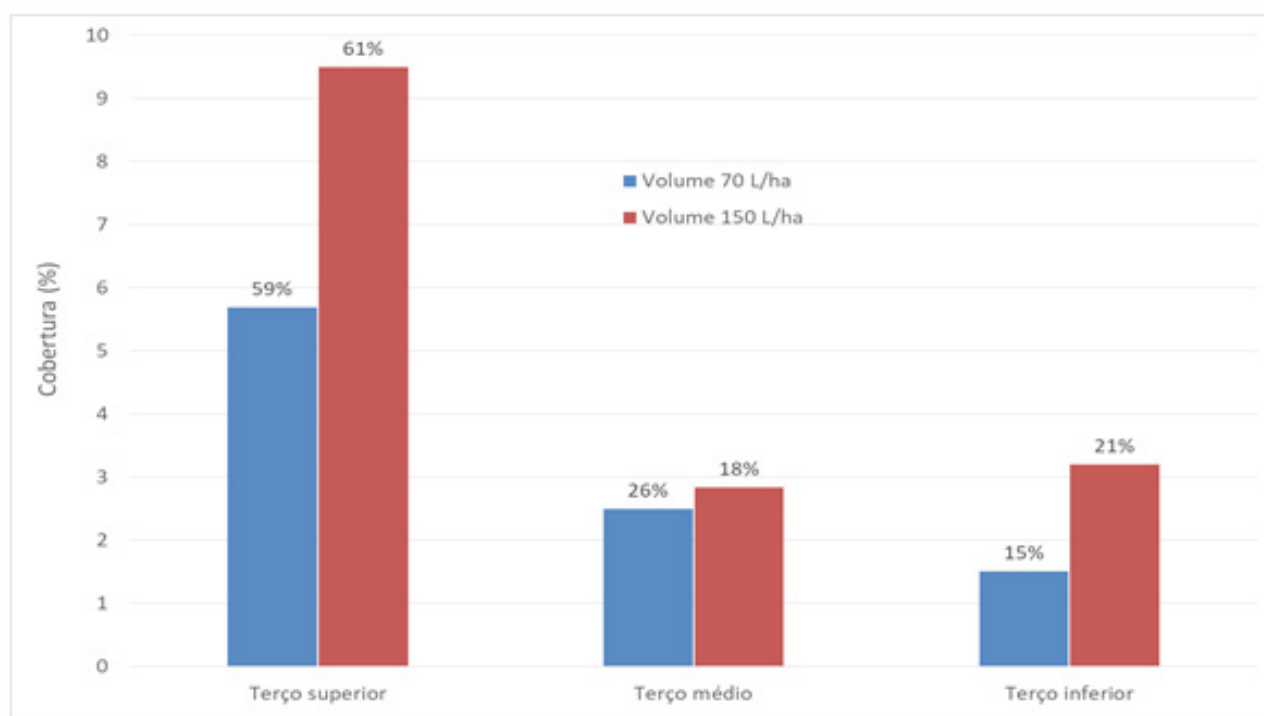


Figura 4. Percentual de cobertura nas folhas dos terços superior, médio e inferior da soja, de acordo com diferentes volumes de calda, na média dos quatro sistemas de arranjo de plantas de soja, na safra agrícola 2014/2015. Londrina, PR, Embrapa Soja, 2017.

Em relação à cobertura proporcionada pela aplicação, o volume de 150 L ha⁻¹ resultou em maior percentagem de deposição para os arranjos adensado e fileira dupla no terço superior e médio, para o arranjo tradicional no terço inferior, mas não resultou em diferenças no arranjo cruzado em nenhuma parte da planta (Tabela 9). A cobertura no adensado foi sempre menor que nos demais arranjos, em todas as alturas estudadas.

O resultado das médias entre os quatro arranjos estudados mostrou que o volume de calda de 150 L ha⁻¹ proporcionou uma maior cobertura das folhas de soja nos terços superior e inferior, comparado ao volume de 75 L ha⁻¹.

A cobertura proporcionada pelos dois volumes de calda estudados teve tendência semelhante em relação aos locais de deposição, com mais da metade da calda ficando retida no terço superior (61% a 59%), aproximadamente 1/4 no terço médio e apenas 21% a 15% sendo depositado no terço inferior das plantas de soja (Figura 4), sempre com maior deposição do volume de calda de 150 Lha⁻¹, comparado ao volume de 75 L ha⁻¹.

CONCLUSÕES

A maior deposição da calda aplicada sempre ocorreu, independentemente da cultivar, do volume de calda ou do arranjo, no terço superior das plantas de soja, havendo tendência de a menor deposição ocorrer no terço inferior.

O arranjo do espaçamento reduzido foi o que proporcionou os menores depósitos calda, principalmente no terço inferior das plantas.

O volume de calda de 150 Lha⁻¹ resultou em maior deposição da calda, comparado ao volume de 75 L ha⁻¹.

Considerações finais

No geral, o conjunto de resultados gerados nas diferentes safras agrícolas com diversos arranjos de semeadura não foi capaz de reduzir a heterogeneidade da distribuição vertical na planta da calda pulverizada. Na parte inferior das plantas, sempre foram constatados baixos níveis de depósito da calda. Essa tendência é mais evidente no período de máximo desenvolvimento vegetativo das plantas de soja, pois nesse momento o dossel encontra-se fechado.

A assistência de ar nas pulverizações, além da tendência de incrementar os níveis de depósitos na parte inferior das plantas, contribui para reduzir a diferença no gradiente dos depósitos nas diferentes partes das plantas. Maiores volumes de calda tendem a proporcionar maiores depósitos na planta, entretanto podem também incrementar as perdas para o ambiente e onerar os custos da pulverização.

Referências

ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação**. São Paulo, 2016 76 p. Disponível em: <http://www.sipcam-nichino.com.br/pdf/ANDEF_MANUAL_TECNOLOGIA_DE_APLICACAO.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2016.

ASSIS, R. T.; ZINELI, V. P.; SILVA, R. E.; COSTA, W. X. A.; OLIVATO, I. **Arranjo espacial de plantas na cultura da soja**. Araxá: Instituto de Ciência da Saúde, Agrárias e humanas, 2014. 7 p. (Circular Técnica, n. 04).

BOLLER, W.; CACHRY, M. Efeito da pressão de trabalho e de modelos de pontas de pulverização sobre a eficiência de herbicida de contato em soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 722-727, 2007.

BOSCHINI, L. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume de aplicação na cultura da soja**. 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade Agronomia Marechal Cândido Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 73 p.

CUNHA, P. A. R.; TEIXEIRA, M. M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 344-348, 2001.

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.

Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

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

FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G. Aplicação de fungicidas na cultura da soja com pulverizador costal pressurizado e manual elétrico com bico rotativo para volume baixo. Parte 1: Cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008, Ribeirão Preto. **Artigos**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. 1 CD-ROM.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PEIDADE, S. M. S. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006

HOLTZ, V.; COUTO, R. F.; DE OLIVEIRA, D. G.; DOS REIS, E. F. I. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1371-1376, 2014.

HOLTZ, V. **Características de produção e deposição de calda de pulverização em diferentes arranjos espaciais na cultura da soja**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis, Universidade Estadual de Goiás.

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.

KOMATSU, R. A.; GUADAGNIN, D. D.; BORGIO, M. A. Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. **Campo Digit@l**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 50-55, 2010.

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

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

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

PINTO, J. R.; LOECK, A. E.; SOUZA, R. T. de; LOUZADA, R. S. Estabilidade à exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 105-107, 2007.

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

SCUDELER, F.; RAETANO, C. G.; ARAÚJO, D. de; BAUER, F. C. 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.

SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B. Manejo de solo e água. In: PORTO, M. P.; SILVA, S. D. A.; WINKLER, E. I. G.; SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B. **Milho em várzeas, na região sul do Brasil**: cultivares e manejo de solo e água. Pelotas: Embrapa-CPACT, 1988. p. 20-31. (Circular Técnica n.6).

