

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E RISCOS FITOSSANITÁRIOS ASSOCIADOS
A ARRANJOS DE PLANTAS DE SOJA NO CERRADO**

EDUARDO LIMA DO CARMO

Orientador:
Prof. Luiz Carlos Barcellos

Outubro - 2015

EDUARDO LIMA DO CARMO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E RISCOS FITOSSANITÁRIOS
ASSOCIADOS A ARRANJOS DE PLANTAS DE SOJA NO CERRADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração: Fitossanidade.

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos

Co-orientador:

Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva

Goiânia, GO - Brasil
2015

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: Eduardo Lima do Carmo

Título do trabalho: Desempenho agrônomo e riscos fitossanitários associados a arranjos de plantas de soja no cerrado

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 15 /12 / 2016

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Carmo, Eduardo Lima do

Desempenho agrônômico e riscos fitossanitários associados a
arranjos de plantas de soja [manuscrito] / Eduardo Lima do Carmo. -
2015.

69 f.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos; co-orientador Dr.
Alessandro Guerra da Silva.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2015.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras,
lista de tabelas.

1. Glycine max. 2. Plasticidade de plantas. 3. População de insetos. 4.
Sistemas de semeadura. 5. Tecnologia de aplicação. I. Barcellos, Luiz
Carlos, orient. II. Silva, Alessandro Guerra da, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE EDUARDO LIMA DO CARMO - Aos vinte e seis dias do mês de junho do ano de dois mil e quinze (26.06.2015), às 08h30min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos - Orientador/Presidente, Prof^a. Dr^a. Karina Cordeiro Albernaz, Dr. Adeney de Freitas Bueno, Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso e Dr. Sérgio de Oliveira Procópio, para, em sessão pública realizada no auditório do PPGA da Escola de Agronomia da UFV, procederem à avaliação da defesa de Tese intitulada: **"Arranjo de plantas de soja e sua influência no comportamento de pragas e na qualidade da aplicação"**, de autoria de EDUARDO LIMA DO CARMO, discente do curso de DOUTORADO, na área de concentração em FITOSSANIDADE, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Tese que em 40 minutos apresentou o seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. A Banca Examinadora Alterou o título original da Tese para: **"Desempenho da Cultura da Soja e Riscos Fitossanitários em Diferentes Arranjos de Plantas no Cerrado"**. De acordo com a Resolução nº 1051, de 09.09.2011 do CEPEC - Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura, que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, e desde que procedidas às correções recomendadas, a Tese será considerada APROVADA pela Banca Examinadora, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de DOUTOR EM AGRONOMIA, na área de concentração em FITOSSANIDADE, pela Universidade Federal de Goiás. O doutorando deverá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar a versão definitiva da Tese à secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A conclusão do Curso e a emissão do Diploma dar-se-ão após o cumprimento do Artigo 69, § 1º e § 2º, da Resolução CEPEC nº 1051, de 09.09.2011. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Tese, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de efetuadas as modificações sugeridas. No caso do discente titulado não providenciar a publicação de seu trabalho final em forma de artigo(s) científico(s) no prazo de seis meses, após a data da defesa, serão aplicados os dispositivos do Artigo 70, § 1º e § 2º, da mesma Resolução. Cumpridas as formalidades de pauta, às 20h00min a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Tese e, para constar eu, Welinton Barbosa Mota, Secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.

Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos
Presidente da Banca - EA/UFV

Dr. Adeney de Freitas Bueno
Membro - Embrapa Soja

Prof^a. Dr^a. Karina Cordeiro Albernaz
Membro - EA/UFV

Dr. Sérgio de Oliveira Procópio
Membro - Embrapa Tabuleiro

Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso
Membro - UnirV - Rio Verde

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Rosário José do Carmo Neto e Celita Lima do Carmo, por tudo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela saúde e pela benção de estudar;

Aos meus pais, pelo exemplo de caráter;

À minha noiva, Natália Cruvinel, pela dedicação e companheirismo;

Aos professores do curso de Pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos a mim repassados;

Ao meu Orientador, Dr. Luiz Carlos Barcellos, pelo apoio concedido;

Aos colegas de trabalho, Dr. Alessandro Guerra da Silva e Dr. Gustavo André Simon, pela coorientação e apoio estatístico, respectivos;

Ao conselho administrativo do PPGA, presidido no momento pela Prof^a. Dra. Virgínia Damin, pelo bom senso em relação à minha integralização curricular;

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação, Wellinton Motta, pelos serviços prestados;

À Mestranda, Paula Daiane de Sena Martins, pela parceria na condução dos trabalhos;

À Universidade de Rio Verde - UniRV, pelo espaço e recursos cedidos;

À Empresa Cereal Ouro, pelo material utilizado no desenvolvimento das pesquisas;

Aos pesquisadores da Embrapa, em especial, ao quadro do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, pela oportunidade de participação do projeto maior, que deu origem a esta tese;

À banca examinadora, pelo tempo despendido para avaliação deste trabalho;

Aos acadêmicos do curso de Agronomia da UniRV que me auxiliaram no desenvolvimento das pesquisas em campo e laboratório.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 ARRANJO DE PLANTAS	16
2.1.2 Genótipos de plantas	16
2.1.3 Densidade de semeadura	18
2.1.4 Espaçamento entrelinhas	18
2.1.5 Sistemas de semeadura de soja	20
2.2 PRAGAS NA CULTURA DA SOJA	21
2.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS	23
3 REFERÊNCIAS	25
4 EFEITO DE ARRANJOS DE PLANTAS NO DESEMPENHO DA SOJA NA REGIÃO DOS CERRADOS	31
RESUMO	31
ABSTRACT	31
4.1 INTRODUÇÃO	32
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	34
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.4 CONCLUSÃO	40
4.5 REFERÊNCIAS	40
5 INFESTAÇÃO E CONTROLE DE PRAGAS EM ARRANJOS DE PLANTAS DE SOJA	44
RESUMO	44
ABSTRACT	44
5.1 INTRODUÇÃO	45
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	47
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.4 CONCLUSÃO	53
5.5 REFERÊNCIAS	53
6 DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM ARRANJOS DE PLANTAS SOJA	56
RESUMO	56
ABSTRACT	56
6.1 INTRODUÇÃO	57
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	58

6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
6.4	CONCLUSÃO	65
6.5	REFERÊNCIAS	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1	Resumo da análise de variância conjunta para as características alturas de plantas (AP) e de inserção da primeira vagem (AIV), números de vagens por planta (NVP) e de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) em diferentes arranjos de plantas com a cultivar de soja BMX Potência RR nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/15 no município de Rio Verde, GO.....	36
TABELA 1.2	Valores médios de alturas de plantas e de inserção da primeira vagem, números de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade de grãos em diferentes arranjos de plantas com a cultivar de soja BMX Potência RR nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/5 no município de Rio Verde, GO	37
TABELA 2.1	Número médio de lagartas por metro de pano de batida em diferentes arranjos de plantas com as cultivares de soja Anta 82 RR (500 mil plantas ha ⁻¹) e BMX Potência RR (450 mil plantas ha ⁻¹), na safra de verão 2013/2014, em Rio Verde, GO	50
TABELA 2.2	Número médio de lagartas por pano de batida de 1 metro em diferentes arranjos de plantas com a cultivar de soja BMX Potência RR (400 mil plantas ha ⁻¹), na safra de verão 2014/2015, em Rio Verde, GO	52
TABELA 2.3	Valores médios de sementes danificadas (%) por percevejos fitófagos nas cultivares de soja Anta 82 RR e BMX potência RR, em diferentes arranjos de plantas, nas safras de verão compreendidas entre os anos de 2013 a 2015, em Rio Verde, GO	53
TABELA 3.1	Valores médios do volume de calda depositado e razão de deposição (S/I) em três extratos foliares das cultivares de soja Anta 82 RR e BMX Potência RR em diferentes arranjos de plantas com taxa de aplicação de 150 L ha ⁻¹	61
TABELA 3.2	Valores médios da densidade de gotas (gotas cm ⁻²), cobertura (%) e diâmetro médio volumétrico (µm) com taxa de aplicação de 150 L ha ⁻¹ para as cultivares de soja Anta 82 RR e BMX Potência RR em diferentes arranjos de plantas	64
TABELA 3.3	Valores médios do volume de calda depositado cm ⁻² com taxas de aplicação de 75 e 150 L ha ⁻¹ em três extratos foliares (superior, médio e inferior) da cultivar de soja BMX Potência RR em diferentes arranjos de plantas	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Valores de precipitação pluvial e temperatura média do ar durante a condução do ensaio em Rio Verde-GO, safras agrícolas 2013/14 (1) e 2014/15 (2)	34
FIGURA 2.1	Demonstração do método de amostragem por pano de batida de 1 metro em diferentes arranjos de plantas de soja	48

RESUMO GERAL

CARMO, E. L. **Desempenho agrônômico e riscos fitossanitários associados a arranjos de plantas de soja no cerrado**. 2015. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitossanidade) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.¹

O cenário agrícola brasileiro passa por grandes transformações do ponto de vista tecnológico. Dentre vários exemplos, temos a criação de novas moléculas pesticidas, a manipulação biotecnológica dos vegetais, o desenvolvimento de máquinas altamente avançadas, bem como, a introdução de cultivares de soja mais resistentes e produtivos. Referente ao último, questionamentos estão sendo levantados quanto ao tipo de manejo a ser adotado como forma de aperfeiçoar as técnicas de produção, uma vez que são plantas de arquitetura mais compacta e ereta, as quais expressam maior potencial produtivo e que, certamente, influenciam no âmbito fitossanitário. Diante do exposto, a execução deste trabalho teve como objetivo, avaliar o desenvolvimento e produtividade de plantas de soja cultivadas em diferentes arranjos e o impacto que esses causam na infestação, controle e danos causados por pragas, bem como, na deposição de produtos fitossanitários. Para tanto, conduziu-se em duas safras agrícolas, compreendidas entre os anos de 2013 a 2015, ensaios de campo compostos pelos seguintes arranjos de plantas de soja: tradicional (0,5 m entrelinhas); cruzado (0,5 m entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em sentido perpendicular à primeira); fileiras duplas (0,25 m na fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas) e adensado (0,25 m entrelinhas). Foi realizada a análise conjunta na qual se avaliou as características morfológicas e componentes do rendimento. Na ocasião, foram também efetuadas, avaliações de infestação e controle de lagartas e de danos de percevejos fitófagos às sementes, bem como, de deposição de calda com a utilização de distintas metodologias. Referente às características de desenvolvimento da planta, houve efeito do ano com destaque de produção para o arranjo adensado, que simultaneamente ao cruzado, foram superiores quanto ao número de lagartas por área, uma vez que, observados os danos de percevejos em sementes, não se diferiram dos demais tratamentos. A deposição de calda, em ambas as metodologias foram condizentes, não havendo diferença entre os arranjos. Entretanto, taxas de 75 e 150 L ha⁻¹ diferiram-se quanto ao volume de calda depositado no terço inferior das plantas. Portanto, o desenvolvimento dos cultivares de soja é condicionado às variações de tempo podendo o arranjo de plantas interferir também. Considerado o estágio de desenvolvimento fenológico mais avançado e igual população de plantas, arranjos com distribuição espacial mais equidistante, são mais favoráveis ao aparecimento de lagartas, porém proporcionam semelhante condição para controle fitossanitário.

Palavras chave: *Glycine max*, plasticidade de plantas, população de insetos, sistemas de semeadura, tecnologia de aplicação.

¹ Orientador: Dr. Luiz Carlos Barcellos. EA-UFG.
Co-orientador: Dr. Alessandro Guerra da Silva. UniRv.

GENERAL ABSTRACT

CARMO, E. L. **Agriculture performance and plant health risks associated with soy bean plant in cerrado area.** 2015. 68f. Thesis (Doctor in Agronomy: Phytossanitary) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.¹

The Brazilian agricultural scenery goes through great transformations, in a tech point of view. Among several examples, there are the creation of new pesticide molecules, vegetables biotechnological manipulation, the development of high advanced machines, and the introduction of hard and fertile soybean cultivars. To the last, questionings are being surveyed about the type of management to be adopted as a way to improve the techniques of production, once they are plants of compact and upright architecture in which express more fertile potential and, for certain, have influence in the phytosanitary range. Towards the exposed, the execution of this work had as its goal, rate the development and productivity in soybean plants cultivated in different arrangements and the impact that it causes in the infestation, control and pests damages, as in the spray deposition of pesticides. It was conducted in two agricultural harvest between the years 2013 and 2015, trial fields composed of plants arrangements of soybean consisted in: traditional (0.5 m between the lines); crossed (0.5 m between the lines and 0.5 m between the lines in a perpendicularly way to the first); twin rows (0.25 m in couples tier and 0.75 m between the couple tiers) and narrow (0.25 m between the lines). The settled analysis was made, in which morphological and performance constituent characteristics, were rated. In the occasion, were made evaluate the infestation and caterpillar's control and phytophagan chinch damages in beans too, as well as the spray deposition with the use of different methodologies. Referring the characteristics of plants development, there was an effect of year, as a centerpiece, the production to condensed arrangement, which is joined to the crossed, were superior to the number of caterpillar per area, once, observed the chinch damages, do not differ to the others treatments. The deposition of spray solution, both of methodologies were suitable as for the results, not showing difference between the arrangements. However, taxes of application of 75 and 150 L ha⁻¹ were different as for volume of deposition spray solution in the inferior third of plants. Therefore, the development of the cultivars of soybean is conditioned to time variety, which may be interfering by the sowing arrangements, as well. Cconsidered the most advanced stage of development and the same plant population, arrangements with better spatial distribution are more favorable to caterpillars, but provides similar condition to phytosanitary control.

Key words: *Glycine max*, plants plasticity, population of insects, sowing system, application technology.

¹ Adviser: Dr. Luiz Carlos Barcellos. EA-UFG.

Co-adviser: Dr. Alessandro Guerra da Silva. UniRV.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A necessidade de incremento da produção agrícola para os próximos 50 anos, segundo a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), está estimada em 50%, tanto para uso alimentar como para produção de biocombustíveis. Nada menos que 90% dessa expansão será advinda de maior produtividade e colheitas intensivas, uma vez que o uso de novas áreas de cultivo está estimado em 10%, ocorrendo principalmente, em países emergentes como o Brasil (G1 Agronegócios, 2012).

Como produto agrícola de maior representatividade no país, a soja encontra-se em um sistema atual de produção bem desenvolvido, podendo ainda, evoluir significativamente. Prova disso, são as edições do Desafio Nacional de Máxima Produtividade promovido pelo Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB). Nessas, produtividades alcançadas, aparentemente à custa de altos gastos com insumos de forma insustentável, são superiores à média nacional, o que despertou a reflexão sobre o tradicional sistema de produção, tanto por parte dos produtores como técnicos e pesquisadores da área. Analisadas as práticas empregadas pelos agricultores no evento, observa-se que várias técnicas utilizadas são distintas. Entretanto, dois pontos são frequentemente comuns: a operação de semeadura em arranjos diferenciados e a elevada quantidade de nutrientes e produtos fitossanitários aplicados.

Dentre várias práticas de manejo utilizadas, a época de plantio, bem como, espaçamento e densidade de semeadura são fatores indispensáveis no planejamento agrícola, pois influenciam diretamente nos componentes de rendimento da soja e, consequentemente, sua produtividade. Portanto, promovem variações morfofisiológicas que podem variar entre cultivares, uma vez que a leguminosa apresenta ampla plasticidade de desenvolvimento, quando submetida a condições adversas. Não menos importante é o fato de que a maior expressão do potencial produtivo das cultivares depende, principalmente, das condições do meio no qual as plantas irão se desenvolver.

Pesquisas envolvendo a redução do espaçamento entrelinhas de plantas de soja são numerosas, porém, ficaram paralisadas na década passada, devido o surgimento da doença ferrugem asiática, pois aparentemente, essa técnica propicia microclima favorável

ao desenvolvimento do fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., 1914 (Uredinales: Phakopsoraceae) causador da doença.

Como exemplo, alterações morfológicas em razão da densidade de semeadura foram relatadas para a cultura da soja em termos de altura de planta (Komori et al., 2004), número de ramificações (Heiffig, 2002), número de vagens por planta e número de grãos por vagem (Tourino et al., 2002). Ademais, a redução do espaçamento entrelinhas tem se constituído como prática promissora, em que, considerável número de experimentos resultou em incremento do rendimento de grãos. Em consonância, trabalhos realizados com redução no espaçamento entre fileiras, em extremos de 100 até 17 cm, mostraram acréscimo de até 40% no rendimento de grãos de soja, favorecido pelas menores distâncias entre linhas de semeadura (Pires et al., 1998).

Com o desenvolvimento de novas moléculas fungicidas por parte da indústria química e a maior capacitação do produtor rural e de técnicos para o controle da ferrugem asiática da soja, ainda que, atualmente, o controle fitossanitário da referida doença esteja parcialmente comprometido, visto sua resistência à grande parte dos fungicidas disponíveis no mercado de defensivos agrícolas, os estudos sobre arranjo de plantas foram retomados no Brasil com resultados interessantes em termos econômicos e ambientais. Entretanto, esses estudos não estão evoluindo no nosso país na mesma dimensão verificada em outros, principalmente pela falta de maquinário apropriado (Procópio, 2012).

Geralmente, o aumento da densidade de plantas, aliado à redução do espaço entrelinhas, permite melhor controle das plantas daninhas. Por outro lado, possivelmente, favorece o desenvolvimento de insetos-praga e doenças na cultura, conforme relato descrito anteriormente sobre ferrugem asiática da soja. O controle de pragas em material vegetativo adensado, visando um nível de dano tolerável, é complexo. Nesse ambiente, encontram-se protegidas pela folhagem o que dificulta a penetração dos inseticidas, comprometendo assim, a eficácia desses. Em virtude desse fato, várias estratégias podem ser utilizadas visando atingir as pragas como o uso de adjuvantes, utilização de pontas de pulverização diferenciadas, variação da taxa de aplicação, dentre outras.

Trabalhos de pesquisa, atualizados e relacionados à distribuição espacial de plantas e sua influência na população de artrópodes-praga, bem como, na deposição de calda fitossanitária, como os descritos por Carvalho (2014) e Holtz et al., (2014), respectivamente, são escassos. A necessidade de estudos envolvendo a interação entre arranjo de plantas e tecnologia de aplicação, dirigidos ao controle de pragas, é

imprescindível. Esses poderão ser utilizados como ferramenta pelo produtor rural no manejo da cultura, favorecendo a sustentabilidade econômica da atividade agrícola.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de plantas de soja cultivadas em diferentes arranjos e a influência que esses causam na infestação e controle de pragas, bem como, na deposição de produtos fitossanitários.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ARRANJO DE PLANTAS

As várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de plantas podem ser definidas como “arranjo de plantas”, ou seja, é a forma como essas estão distribuídas na área, considerando-se o espaçamento entrelinhas e a distribuição de plantas na linha. Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na área de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes (Assis et al., 2014).

O ajuste no arranjo espacial das plantas de soja, por meio do espaçamento entre as fileiras e densidade de plantas, pode se refletir em aumentos significativos na produtividade de grãos, sem alterações na sustentabilidade dos sistemas de produção (Procópio et al., 2014).

2.1.1 Genótipos de plantas

As mais novas cultivares de soja apresentam hábito de crescimento e porte diferentes das primeiras linhagens introduzidas no Brasil, o que vem justificando mudanças no arranjo de plantas praticado pelos produtores (Souza et al., 2010). Entre as diferenças mais marcantes dessas cultivares estão: o menor índice de ramificação (engalhamento), no qual se percebe que a haste principal ou primária é responsável por grande parte da produção da lavoura; menor tamanho de folíolos e maior inclinação desses e dos ramos (mais verticalizados).

A partir dessas características fica a impressão de que a área ocupada por cada planta é menor em comparação com as variedades que apresentavam alta ramificação e folíolos maiores e mais horizontais. Ou seja, existe uma possibilidade de aumentar a população de plantas, principalmente, se essa operação estiver associada a um melhor arranjo (Procópio, 2012). A escolha do genótipo utilizado passa a ser preponderante para a definição do arranjo de plantas na área, levando em conta que algumas cultivares

respondem ao adensamento e outras não quanto ao desempenho produtivo (Dutra et al., 2007).

Segundo Ferreira Jr. et al. (2010), a soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento. De acordo com Norsworthy e Shipe (2005) é importante agrupar genótipos que respondam ou não à alteração do espaçamento, otimizando assim, o potencial da cultivar. Analisando cultivares associadas a práticas de manejo de densidade de semeadura e espaçamento entrelinhas, em relação ao rendimento de grãos de soja, Zabot (2009) observou comportamentos distintos entre os genótipos justificando, portanto, a proposição de uma classificação das cultivares em três grupos de respostas às práticas, ou seja, cultivares com plasticidade, pouco plásticas e não plásticas.

Há relatos de que a densidade de semeadura pode causar alterações nessas características, como por exemplo, na altura de planta (Komori et al. 2004), no número de ramificações (Heiffing, 2002), de vagens por planta (Peixoto et al., 2000) e de grãos por vagem (Tourino et al., 2002). O número de vagens por metro quadrado é o componente do rendimento mais variável com a modificação do arranjo de plantas, uma vez que o número de grãos por vagem e o peso do grão são menos influenciados pelo ambiente (Cooperative Extension Service Ames, 1994).

Algumas características morfofisiológicas, como número de ramos por planta, comprimento de ramos e números de nós férteis, têm relação com o potencial produtivo da planta de soja por representarem maior superfície fotossintetizante e também potencialmente produtiva por meio do número de locais para surgimento de gemas reprodutivas. Porém, essas características podem representar, também, demanda adicional por desviar os fotoassimilados que, de outra forma, seriam aproveitados na fixação e na produção de estruturas reprodutivas (Navarro Júnior & Costa, 2002).

Os principais componentes do rendimento de grãos em soja são o número de plantas por área, número de legumes por planta, de grãos por legume e massa de grãos (Mundstock & Thomas, 2005). O número de grãos por legume é fortemente influenciado pelo fato da maioria das cultivares de soja ser selecionada para formar três óvulos por legume (Mcblain & Hume, 1981). Pandey e Torrie (1973) relataram que a massa média de grãos é geneticamente determinada com influencia, todavia, do ambiente.

2.1.2 Densidade de semeadura

O fator densidade de semeadura corresponde ao número de sementes depositadas por metro de sulco de plantio. Isso interfere na competição inter e intra-específica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (Argenta et al., 2001). A soja tolera ampla variação na população de plantas, alterando-se mais sua morfologia que o rendimento de grãos (Gaudêncio et al., 1990).

A utilização de populações muito acima da indicada, além de acarretar aumento nos gastos com sementes, pode levar ao acamamento de plantas e não proporcionar acréscimo no rendimento de grãos. No entanto, a adoção de populações abaixo da indicada, pode favorecer o desenvolvimento de plantas daninhas e resultar em elevadas perdas de grãos no momento da colheita (Vasquez et al., 2008). Marchiori et al. (1999) constataram que, quanto maior a população de plantas de soja na linha, maior a altura final dessas, menor o diâmetro da haste principal e o número de ramificações por planta, o que pode interferir no rendimento de grãos, bem como no processo de colheita.

De acordo com o exposto pelo pesquisador Oz (2008), o número de ramificações por planta diminuiu com o aumento da população, mas o rendimento de grãos não foi afetado em densidades entre 14 e 28 plantas m^{-2} . Para a produtividade, alguns trabalhos realizados com população de plantas que variam de 8 a 63 plantas m^{-2} não tem mostrado efeito no rendimento de grãos, o que está relacionado com plasticidade fenotípica da cultura (Pires et al., 1998). A população de plantas recomendada para a cultura da soja no Brasil situa-se em torno de 400 mil plantas por hectare. Variações de 20 a 25%, para mais ou para menos, não alteram, significativamente, o rendimento de grãos para a maioria dos casos, desde que as plantas sejam distribuídas uniformemente (Peixoto et al., 2000).

2.1.3 Espaçamento entrelinhas

O rendimento máximo que pode ser alcançado pela cultura da soja é determinado pela otimização da capacidade da planta de interceptar a radiação solar durante os estádios vegetativo e reprodutivo inicial (Wells, 1991). A redução do espaçamento entrelinhas tem resultado em acréscimos no potencial de rendimento de grãos e está associada a vários fatores, como o melhor uso da água devido ao sombreamento

mais rápido do solo pelo dossel, melhor distribuição de raízes, maior habilidade na competição com plantas daninhas, exploração uniforme da fertilidade do solo, e maior e mais rápida interceptação da radiação solar (Pires et al., 2000).

Segundo Rambo et al. (2004), a redução do espaçamento entrelinhas, em uma mesma população, distribui melhor as plantas na área. Dessa forma, reduz-se a competição intraespecífica, pela maior aproximação da equidistância entre as plantas dentro da mesma linha e com as plantas de outras linhas. Na mesma população de plantas, ocorre maior competição entre essas, devido ao sombreamento em espaçamentos largos, onde as plantas estão mais próximas na linha do que em espaçamento estreitos.

Trabalhos realizados com redução no espaçamento entre fileiras de 100 a 17 cm mostraram acréscimo de até 40% no rendimento de grãos da soja (Pires et al., 1998). Entretanto, outros autores relataram não ter encontrado aumento no rendimento de grãos com redução do espaçamento entre fileiras (Maehler, 2000). Tal contradição pode ser explicada pela diferença morfofisiológica existente entre os diferentes cultivares, os quais apresentaram plasticidades genotípicas particulares quando submetidas a condições adversas de espaço e tempo.

Nas lavouras de soja normalmente são utilizados arranjos de plantas combinados em espaçamentos entrelinhas de 40 a 50 cm, com população média de 40 plantas m^{-2} . A modificação destes arranjos de plantas afeta a competição intraespecífica. Portanto, o uso de espaçamentos estreitos (20 cm) em combinação com populações de plantas menores, poderia levar a menores perdas no potencial de rendimento pela diminuição da competição entre plantas (Rambo et al., 2004).

Trabalhos mostram que o arranjo espacial da soja pode influenciar a supressão de espécies daninhas quando se reduz o espaçamento entre fileiras da cultura (Pires et al., 2000). O arranjo de plantas pode influenciar no rendimento de grãos da cultura e no aspecto fitossanitário, podendo alterar a ocorrência de doenças (Costa et al., 2002).

Do ponto de vista da eficácia de controle fitossanitário, 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, obrigando a uma nova aplicação e, conseqüentemente, encurtando o intervalo entre aplicações (Navarini, 2008).

2.1.4 Sistemas de semeadura de soja

Embora os espaçamentos mais utilizados no Brasil estejam entre 40 e 60 cm de espaçamento entrelinhas, as semeadoras existentes no mercado nacional estão entre 40 e 50 cm de espaçamento entrelinhas, em sua maioria. Os espaçamentos menores que 40 cm resultam em um melhor controle de plantas daninhas e maior captação de energia luminosa incidente e em uma melhor produtividade (Embrapa, 2011).

Lima et al. (2012) descreveram que o arranjo cruzado de plantas é observado nas margens de áreas de cultivo como forma compensatória das falhas de locais de manobras e início de semeadura, mas são realizadas de maneira empírica. Portanto, surgiu com o objetivo de aumentar a densidade de plantas de soja sem concentrar muito as plantas na linha, o que causaria uma competição muito alta. Nesse arranjo o produtor realiza a operação de semeadura com metade das sementes e, em seguida, realiza a semeadura da outra metade das sementes no sentido perpendicular à primeira, formando um “xadrez” na área após a emergência das plantas (Balbinot Junior et al., 2012).

Essa técnica foi usada por alguns ganhadores do concurso de produtividade promovido pelo Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB), nas safras 2010/11 e 2011/12 (Procópio et al., 2013) e chama a atenção, pois indica que seu refinamento contribuirá de forma significativa para o aumento da produtividade da soja, e atuará no início do sistema, ou seja, propiciará o melhor aproveitamento da energia solar, do solo e do espaço, pois o sucesso dessa técnica indica que o plantio tradicional não está utilizando adequadamente a energia disponível para o aumento da produtividade (Souza, 2013).

Entretanto, algumas desvantagens sobre esse arranjo são relatadas por Balbinot Jr. et al. (2013) como a maior imobilização de capital, dispêndio com hora/máquina e depreciação, alto consumo de combustível, risco na safrinha devido ao maior tempo de implantação da cultura, compactação pelo tráfego de máquinas, dificuldade de implantação em áreas de declive acentuados devido aos riscos de erosão e desorganização da deposição de sementes da primeira operação de semeadura em virtude da segunda.

O arranjo em fileiras duplas é constituído em duas entrelinhas, uma “interna” e outra “externa” (Chiavegato et al., 2010) que na soja proporciona uma distribuição de plantas com uma alta penetração de luz, e de defensivos agrícolas, melhorando assim, sua sanidade e taxa fotossintética, o que pode levar a um incremento na produtividade por área. Essa técnica vem sendo muito utilizada em áreas irrigadas nos Estados Unidos, uma vez

que, foi utilizada pelo recordista mundial de produtividade de soja, no estado de Missouri (Embrapa 2011). Resultados de produtividade obtidos em outros países, onde o plantio em linhas duplas já é uma realidade, levam-nos a admitir que esta tecnologia poderá se encaixar perfeitamente nas ambições relacionadas ao aumento de produtividade, além de ser operacionalmente mais fácil de realizar com o maquinário disponível.

O arranjo adensado surge como nova opção de plantio, o qual vem sendo estudado com resultados promissores tanto em termos ambientais como econômicos, porem ainda se tem uma escassez de semeadoras adaptadas para essa técnica. Os espaçamentos estreitos entrelinhas permitiram a redução de perdas de água do solo por evaporação (Caliskan et al., 2007) e a melhor interceptação de luz no início do ciclo de desenvolvimento da planta (Dalley et al., 2004). Uma das consequências da maior interceptação de luz pelas plantas é a maior assimilação de CO₂ pelas folhas no terço inferior que raramente atingem seu potencial fotossintético em razão do sombreamento (Parcianello et al., 2004).

A diminuição do espaçamento entrelinhas aumenta o rendimento de grãos devido a maior interceptação de luz, ocasionada pela melhor distribuição de plantas na área durante a formação de legumes, e não ao maior índice de área foliar e matéria seca produzida durante os estádios vegetativos e nos estádios reprodutivos iniciais (Taylor, 1980). A redução do espaçamento entre as fileiras pode resultar em melhoria no controle de plantas daninhas (Bianchi et al., 2010). Adicionalmente, esse arranjo pode afetar a severidade de doenças na cultura, como a ferrugem asiática (Lima et al., 2012).

2.2 PRAGAS NA CULTURA DA SOJA

Desde a implantação da cultura da soja no Brasil, no final da década de 1960, até início do milênio, a fauna associada à leguminosa aumentou de dez (Panizzi & Corrêa-Ferreira, 1997) para cerca de 37 espécies entre insetos e outros artrópodes (Hoffmann-Campo et al., 2003). A maior causa disso consiste na disponibilidade contínua de alimento a esses insetos-praga a qual impacta na flutuação populacional, favorecendo seu crescimento, movimentação entre cultivos e problemas futuros em seu manejo.

A cultura está sujeita a ação de insetos desde a germinação à colheita. Logo após a germinação, a partir do início do estágio vegetativo, vários insetos como o bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus* Boheman, 1836 - Coleoptera: Curculionidae), a lagarta

elasma (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller, 1848 - Lepidoptera: Pyralidae), os corós (Scarabaeoidea) e os percevejos-castanhos-da-raiz (*Scaptocoris castanea* Perty, 1833 e *Atarsocoris brachiariae* Becker, 1996 - Hemiptera: Cydnidae) danificam a cultura. Mais adiante, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 - Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens* Walter, 1858 - Lepidoptera: Noctuidae) e vários outros desfolhadores atacam as plantas, ocorrendo em maior número durante as fases, vegetativa e de floração (Hoffman-Campo et al., 2000).

A lagarta falsa-medideira, anteriormente considerada praga secundária, tornou-se, atualmente, uma das mais importantes, ocorrendo desde o estágio vegetativo até o reprodutivo da soja. Na região central do Brasil, observa-se uma importância maior do complexo de lagartas, atacando vagens de soja, como *Spodoptera* spp. e lagartas da família Heliothinae, que tradicionalmente ocorriam em cultivos de milho e/ou algodão (Bueno et al., 2007).

Com o início da fase reprodutiva, surgem os percevejos sugadores de vagens e sementes (*Nezara viridula* Linnaeus, 1758; *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837 e *Euschistus heros* Fabricius, 1798 - Hemiptera: Pentatomidae), dentre outras espécies, que causam danos desde a formação das vagens até o final do enchimento dos grãos. A soja pode, também, ser atacada por outras espécies de insetos, consideradas pragas esporádicas, cujos aumentos populacionais são determinados por alterações climáticas, ou outros fatores, como, por exemplo, os sistemas de produção específicos de cada região (Hoffmann-Campo et al., 2000).

Observa-se também uma drástica mudança na composição de pentatomídeos sugadores de sementes. No início, o percevejo-verde, *N. viridula*, era a espécie predominante na maioria das regiões produtoras e, em menor escala, ocorria o percevejo-verde-pequeno (*P. guildinii*); *E. heros* era de ocorrência baixa e considerado uma praga secundária da soja. Hoje, ao mesmo tempo em que *N. viridula* tem se limitado especialmente a regiões de baixas latitudes, *Edessa meditabunda* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) começa a assumir maior importância no cenário agrícola brasileiro, enquanto *E. heros* é o mais importante sugador de sementes de soja, podendo causar danos também em cultivos de milho e algodão após a colheita da soja (Panizzi, 1997).

Da mesma forma, algumas outras espécies de percevejos, como os percevejos-barriga-verde *Dichelops* spp. (Hemiptera: Pentatomidae) que são pragas sérias do milho,

também ocorrem em soja e trigo. Ainda, estudos têm mostrado que o uso indiscriminado de inseticidas e outros agrotóxicos da soja intensificam o ataque de pragas, como lagartas e ácaros (Roggia, 2010).

O monitoramento das pragas e de seus inimigos naturais através de diferentes métodos de amostragem é fundamental para que a decisão de controle seja tomada no momento correto, evitando-se possíveis perdas de produtividade. As vistorias das lavouras devem ser periódicas, e na soja o método mais utilizado no monitoramento dos principais insetos da parte aérea é o pano de batida, que inicialmente foi introduzido nos EUA, sendo mais tarde modificado para as condições brasileiras (Embrapa, 2011).

Apesar de os níveis de ação já terem sido determinados para várias pragas importantes da soja, um dos questionamentos quanto à validade desses níveis está relacionado à mudança de hábito de crescimento das cultivares, ciclo e época de semeadura da soja, hoje utilizadas. Anteriormente, todas as cultivares tinham hábito de crescimento determinado, tinham ciclo mais longo e eram semeadas mais tarde. No entanto, hoje a grande maioria da soja cultivada tem hábito de crescimento indeterminado. Diante dessas mudanças, existem algumas dúvidas dos agricultores e extensionistas quanto à validade dos níveis de ação praticados, embora resultados atuais confirmem a segurança dos níveis de ação adotados (Bueno et al., 2011),

2.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

De acordo com Matuo (1998), tecnologia de aplicação se trata de um conjunto de técnicas e procedimentos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com mínima contaminação ambiental. O grande desafio a ser vencido pela tecnologia de aplicação na cultura da soja consiste em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas e cheguem com condições de se distribuir, depositar e cobrir, adequadamente, todo o dossel (Ferreira & Oliveira, 2008).

Caso seja usada inadequadamente, a tecnologia implica em perdas significativas na deposição de calda fitossanitária, porém pode resultar em maior lucratividade para o usuário, em razão da melhor adequação de bicos e vazão. Pulverizações, com bicos e volumes de calda inadequados, podem ser grandes causadores de perdas no rendimento da cultura da soja (Embrapa, 2004), uma vez que o controle de

plantas daninhas, pragas e doenças ficará comprometido devido a insuficiente cobertura pelos produtos fitossanitários. O volume de calda ou taxa de aplicação é um dos fatores que determinam o sucesso da pulverização. Está relacionado ao tipo de ponta de pulverização e à pressão de trabalho, que por sua vez, determinam o espectro de gotas, cobertura e penetração no dossel da cultura (Santos, 2003).

O volume a ser utilizado em uma pulverização depende do modo de ação do produto fitossanitário, do tipo e grau de desenvolvimento do alvo e do equipamento. Atualmente, existe uma tendência à redução do volume de calda aplicado, o que resulta em menor transporte de água ao campo, obtendo-se, com isso, diminuição do custo da aplicação e aumento da capacidade operacional do equipamento de aplicação (Lima & Machado Neto, 2001). Trabalhos como os realizados por Viana (2006) e Cunha et al. (2006), ao estudarem pontas de pulverização e volumes de calda, obtiveram incremento da cobertura com aumento da taxa de aplicação.

3 REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

ASSIS, R. T.; ZINELI, V. P.; SILVA, R. E.; COSTA, W. C. A.; OLIVATO, I. **Arranjo espacial de plantas na cultura da soja**. Araxá: ISAH, 2014, 7p. (ISAH. Circular Técnica, 04).

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Semeadura cruzada na cultura da soja**. Londrina: Embrapa soja, 2013. 8p. (Embrapa soja. Circular Técnica, 98).

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; NEUMAIER, N.; PANISON, F. Cobertura do solo e área foliar de uma cultivar de soja de hábito determinado cultivada no sistema de plantio cruzado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4p. 1 CD-ROM.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P.; AGGOSTINETTO, D. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, Brasília, v. 28, n. especial, p. 979-991, 2010.

BUENO, A. F.; ROGGIA, S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BUENO, R. C. O. F.; FRANÇA-NETO, J. B. Efeito do controle de percevejos realizado em diferentes intensidades populacionais sobre a produtividade da cultura da soja e qualidade das sementes. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011, p. 65-68.

BUENO, R. C. O. F. PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; Di OLIVEIRA, J. R. G.; CAMILLO, M. F. Sem barreiras. **Revista cultivar**, Pelotas, v. 93, p. 12-15, 2007.

CALISKAN, S.; ARSLAN, M.; UREMIS, I.; CALISKAN, M. E. The effects of row spacing on yield and yield components of full season and double-cropped soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 31, n. 3, p. 147-154, 2007.

CARVALHO, M. M. **Influência de sistemas de semeadura na população de pragas e nas características morfofisiológicas em cultivares de soja**. 2014, 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de plantas) - Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu-SP, 2014.

CHIAVEGATO, E. J. SILVA, A. V.; 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.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20 p.

COSTA, J. A. PIRES, J. L.; RAMBO, L.; THOMAS, A. L. Redução no espaçamento entrelinhas e potencial de rendimento da soja. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, Edição Março/Abril, p. 22-28, 2002.

CUNHA, J. P. A.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

DALLEY, C. D. KELLS, J. J.; RENNER, K. A. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) yields. **Weed Technology**, Arkansas, v. 18, n. 1, p. 165-176, 2004.

DUTRA, L. M. C.; LUDWIG, M. P.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; LISBOA, J. I.; UHRY, D.; ZABOT, M.; JAUER, A.; STRECK, R. D. População de plantas em soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 35, 2007, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, p. 95.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013**. - Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 218p.

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, SP. **Artigos...** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 1 CD ROM.

FERREIRA JUNIOR, J. A.; ESPINDOLA, S. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 7, p. 13- 21, 2010.

GAUDÊNCIO, C. GAZZIERO, D. L. P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. **População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja (CNPSo). 1990, 4p. (Embrapa. Comunicado Técnico 47).

G1 AGRONEGÓCIOS. **Produção agrícola precisa crescer 60% até 2050, diz FAO.** Portal Globo. Disponível em: <<http://m.g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia>>. Acesso em: 10 de outubro de 2012.

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

HOFFMANN-CAMPO, C. B. OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; GAZZONI, D. L.; CORRÊA-FERREIRA, B.; LORINI, I. A.; BORGES, PANIZZI, A. R.; SOSA-GOMEZ, D. R.; CORSO, I. Integrated pest management in Brazil. In: MAREDA, K. M.; DAKOUO, D.; MOTA-SANCHEZ, D. (Ed.). **Integrated pest management in the global arena.** Trowbridge: Cabi Publishing: Crowmwell Press, 2003, p. 285-299.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado** Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, n. 30)

HOLTZ, V.; COUTO, R. F.; OLIVEIRA, D. G.; REIS, E. F. 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.

KOMORI, E.; HAMAWAKI, O. T.; SOUZA, M. P. de.; SHIGIHARA, D.; BATISTA, A. M. Influência da época de semeadura e população de plantas sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 13-19, 2004.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. D. C. F; THEODORO, G. D. FÇ; BAVARESCO, M; SILVA, K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 951-962, 2012.

LIMA, P. R. F.; MACHADO NETO, J. G. Otimização da aplicação de fluazifop-p-butil em pós-emergência na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 85-95, 2001.

MAEHLER, A. R. **Crescimento e rendimento de duas cultivares de soja em resposta ao arranjo de plantas e regime hídrico.** 2000. 108f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. (Eds.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxico: novas tecnologias.** Santa Maria: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998, p. 95-103.

McBLAIN, B. A.; HUME, D. J. Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 61, n. 3, p. 499-505, 1981.

MARCHIORI, L. F. S.; CÂMARA, G.M.S.; PEREIRA, C.P.; MARTINS, M.C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 383-390, 1999.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf/ UFRGS, 2005. 31p.

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

NORSWORTHY, J. K.; SHIPE, E. R. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, n. 3, p. 919-923, 2005.

OZ, M. Nitrogen rate and plant population effects on yield and yield components in soybean. **African Journal of Biotechnology**, Grahamstown, v. 7, n. 24, p. 4464-4470, 2008.

PANDEY, J. P.; TORRIE, J. H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 13, n. 5, p. 505-507, 1973.

PANIZZI, A. R. Entomofauna changes with soybean expansion in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 5., 1994, Chiang Mai. **Soybean feeds the world: proceedings**. Bangkok: Kasetsart University Press, 1997, p. 166-169.

PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Dynamics of insect fauna adaptation to soybean in the tropics. **Trends in entomology**, Kerala, v. 1, p. 71-88, 1997

PARCIANELLO, G.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 357-364, 2004.

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: componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1541-1547, 2000.

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.

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@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 2, p. 212-221, 2014.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista Ciências Agrárias**, Recife, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; PANISON, F. Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja – cultivar de hábito indeterminado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4p. 1 CD-ROM.

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.

ROGGIA, S. **Caracterização de fatores determinantes dos aumentos populacionais de ácaros tetraniquídeos em soja**. 2010. 153 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SANTOS, J. M. F. Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 2003, Catanduva. **Anais...** Catanduva: Instituto Biológico, 2003. p. 69-113.

SOUZA, I. A técnica do plantio cruzado tem futuro? **A Granja**. Porto Alegre, Mai/2013, nº 773. 2013.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J. M.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready TM. **Planta Daninha**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

TAYLOR, H.M. Soybean growth and yield as affected by row spacing and by seasonal water supply. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 3, p. 543-547, 1980.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VIANA, R. G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. 2006. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

WELLS, R. Soybean growth response to plant density: relationships among photosynthesis, leaf area, and light interception. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 3, p. 755-761, 1991.

ZABOT, L. **Caracterização agronômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

4. EFEITO DE ARRANJOS DE PLANTAS NO DESEMPENHO DA SOJA NA REGIÃO DOS CERRADOS

RESUMO

Nos últimos anos, a crescente introdução de cultivares de hábito de crescimento indeterminado e as mudanças na distribuição espacial de plantas tem feito com que produtores do cerrado obtenham maiores produtividades de grãos. No entanto, informações a respeito dos efeitos dos arranjos de plantas no desenvolvimento e na produtividade de grãos da soja são escassas, havendo necessidade de mais estudos a respeito desse tema. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a produtividade de grãos de soja em diferentes arranjos na região dos cerrados. Os ensaios foram instalados a campo no município de Rio Verde, GO nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/15. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e os tratamentos foram constituídos por quatro arranjos de plantas com a cultivar BMX Potência RR (1-espacamento tradicional: 0,5 m de espacamento entrelinhas; 2-semeadura cruzada: espacamento de 0,5 m entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em sentido perpendicular à primeira; 3-semeadura em fileiras duplas: 0,25 m entrelinhas na fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas; e 4-semeadura em espacamento adensado: 0,25 m entrelinhas). Na colheita, avaliaram-se as alturas de plantas e de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade de grãos, uma vez que foi realizada análise conjunta dos dois anos agrícolas. Os resultados obtidos permitiram concluir que o arranjo adensado apresentou-se como técnica promissora para implantação da cultura da soja na região dos cerrados. A semeadura cruzada e de fileiras duplas apresentaram performances inferiores em relação à produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max*, plasticidade fenotípica, produtividade, sistemas de semeadura.

EFFECT OF PLANT ARRANGEMENTS IN SOY PERFORMANCE IN CERRADO AREA

ABSTRACT

In the latest years, the increasing insertion of cultivars with indeterminate growing habit and the changes in soybean plants spatial distribution has made the farmers of cerrado get higher grain productivity. However, information about the plants arrangement in soybean development and grains productivity are scarcer and having the need of more study about this topic. So that, this work aimed estimate the development and productivity of grains of the cultivar BMX Potência RR in different plants arrangements in

cerrado areas. The trials were installed in the field in the city of Rio Verde-GO, in the agricultural harvest 2013/14 and 2014/15. The randomized blocks design were used with four repetition and treatments, corresponding to four plants arrangements of the cultivar BMX Potência (1-traditional spacing: 0.5 m of row spacing; 2-crossed sowing: spacing of 0.5 m between rows and 0.5 m row in a perpendicular way to the first; 3-sowing in skip row: 0.25 m in twin row e 0.75 m between the twin row; and 4-reduced spacing sowing: 0.25 m between the row). In the harvest, were estimated the plants height and the inset of the first pod, number of pods per plant and grain per pod, weight of thousand grains and grains productivity. The results leded to the conclusion that the reduced arrangement showed to be a bright technique to the insertion the soybean in cerrado areas. However, the crossed and twin arrangements showed the worst performance towards grain productivity.

Keywords: *Glycine max*, phenotypic plasticity, productivity, sowing systems.

4.1 INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produção de soja é inquestionável, haja vista, sua representatividade frente à demanda alimentar humana e animal, bem como à produção de biocombustível, as quais são diretamente impulsionadas pelo crescimento da população mundial. Logo, otimizar o espaço de cultivo é uma estratégia na qual a modificação do arranjo de plantas pode ser empregada, embora essa técnica esteja sujeita a adversidades ambientais e econômicas.

Uma das maneiras de aumentar a produção de soja é explorar eficientemente o espaço utilizado pelas plantas. Nesse sentido, a distribuição espacial, conhecido como arranjo de plantas, consiste na disposição dessas em determinada área. Suas modificações podem ser feitas por meio da variação do espaçamento entre as plantas na linha e na entrelinha de semeadura (Pires et al., 1998).

Contudo, há vários arranjos de implantação da soja, como o adensado, em fileiras duplas e cruzado. Para o último, particularmente, não só a mudança na densidade e espaçamento, mas o sentido de semeadura também é alterado. Essas técnicas, designadas ao arranjo de plantas, podem permitir melhor captação de luz, permitindo maior interceptação da radiação nas folhas da parte inferior da planta na fase inicial de desenvolvimento. Com isso, ocorrerá maior aproveitamento da luz para o processamento de fotossíntese com aumento significativo de fotoassimilados e, conseqüentemente, a obtenção de maiores produtividades de grãos (Rambo et al., 2003).

Independente do arranjo espacial utilizado, a população de plantas interfere na competição inter e intra-específica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (Argenta et al., 2001). Alterações morfológicas em razão da densidade de semeadura foram relatadas para a cultura da soja para altura de planta (Komori et al., 2004), número de ramificações, de vagens por planta e de grãos por vagem (Heiffig, 2002; Tourino et al., 2002).

Em geral, os agricultores adotam o espaçamento entrelinhas de 0,40 a 0,50 m e população média de 400.000 plantas ha⁻¹. Devido às mudanças na arquitetura e no ciclo de novas variedades de soja disponíveis no mercado, a redução do espaçamento entrelinhas tem se constituído numa prática promissora para aumentos na produtividade (Rambo, et al., 2002), pois permite redução de perda de água do solo por evaporação (Caliskan et al., 2007), bem como maior interceptação de luz no início do ciclo de desenvolvimento da planta (Dalley et al., 2004).

Nos últimos anos, alguns agricultores adotaram, empiricamente, o arranjo cruzado, no intuito de obter maiores produtividades. Porém, poucos são os trabalhos que relatam o desempenho de cultivares com essa técnica, destacando acréscimos na produtividade como o descrito por Lima et al. (2012). Os resultados obtidos até o momento comprovam que, na maioria dos casos, não há acréscimos significativos na produtividade de grãos com o uso do arranjo cruzado, além de algumas desvantagens econômicas e ambientais como maiores consumo de combustível e uso de máquinas e revolvimento acentuado do solo (Balbinot Júnior et al., 2013).

O arranjo em fileiras duplas é praticado com frequência nos Estados Unidos sendo, inclusive, utilizada pelo recordista mundial de produtividade de soja no Estado do Missouri (Balbinot et al., 2012). Nesse arranjo de plantas, pode haver maior incidência de luz e de defensivos no dossel das plantas, melhorando a taxa fotossintética, a sanidade e a longevidade das folhas próximas ao solo, podendo favorecer a obtenção de maiores produtividades de grãos (Balbinot Júnior et al., 2013).

A redefinição do arranjo de plantas, seja pela alteração do espaçamento ou sentido das entrelinhas, aliado ao acréscimo da população de plantas, pode ser uma excelente oportunidade para que o produtor aumente sua rentabilidade sem custos adicionais (Pereira et al., 2008). Porém esse aumento deve ser acompanhado por práticas agrícolas que permitam a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja (Procópio et al., 2012).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho e a produtividade de soja cultivada em diferentes arranjos de plantas na região dos cerrados.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a campo no município de Rio Verde-GO (17°47'53'' S; 51°55'53'' W e 756 m de altitude) nas safras agrícolas de 2013/14 e 2014/15. O solo da área experimental foi identificado como Latossolo Vermelho distroférico (Santos et al., 2006) apresentando, na ocasião, as seguintes características químicas no perfil de 0 a 20 cm: 24,9 g dm⁻³ de M.O.; 5,4 de pH em CaCl₂; 5,5 mg dm⁻³ de P; 0,51 cmol_c dm⁻³ de K; 3,18 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,52 cmol_c dm⁻³ de Mg; 51,29% de saturação de bases e 10,16 cmol_c dm⁻³ de CTC . A textura do solo apresentou-se composta de 69% de argila, 10% de silte e 21% de areia. A área encontrava-se manejada em sistema de plantio direto sob palhada de milho. Dados de precipitação pluvial e temperatura média do ar, durante os anos dos ensaios, estão apresentados na Figura 1.1.

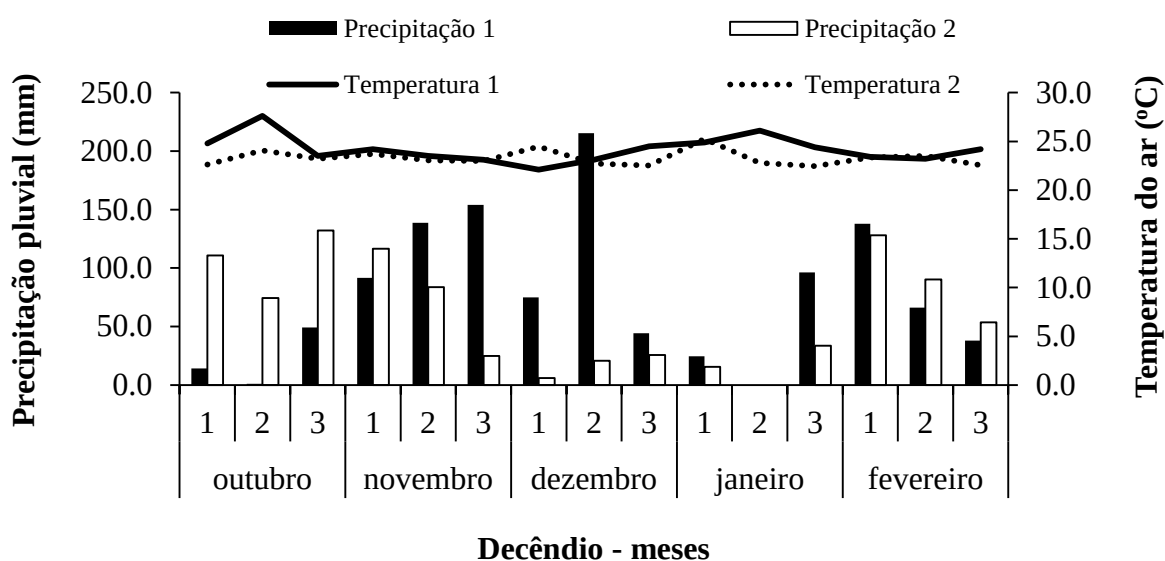


Figura 1.1 Valores de precipitação pluvial e temperatura média do ar durante a condução do ensaio em Rio Verde-GO, safras agrícolas 2013/14 (1) e 2014/15 (2)
(Fonte: Estação meteorológica de Rio Verde - UniRV/INMET)

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro arranjos de plantas: tradicional (0,5 m entrelinhas); cruzado (espaçamento de 0,5 m de entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em

sentido perpendicular à primeira semeadura); fileiras duplas (0,25 m de espaçamento dentro da fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas) e adensado (0,25 m entrelinhas). As populações estabelecidas foram de 450.000 e 400.000 plantas por hectare para respectivas safras agrícolas, em função do estabelecimento do período chuvoso em Rio Verde-GO e, consequentemente, da recomendação técnica do obtentor do material, a empresa Brasmax Genética®.

As parcelas continham 8,0 m de comprimento por 8,0 m de largura (64 m²), distantes de igual medida. Desprezadas as bordaduras (1 m de cada lado da parcela), na área central restante, foi demarcada, aleatoriamente, uma área útil de 10 m² (5 metros de comprimento por 2 m de largura).

A variedade de soja utilizada foi a BMX Potência RR [hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturidade 7,0 para a macroregião sojícula 3 e resistente ao herbicida glifosato (Brasmax Genética®, 2012)] em função de sua ampla faixa de cultivo no país, na ocasião dos anos anteriores à instalação do primeiro ensaio (safra 2013/14). As plantas daninhas presentes na área experimental foram dessecadas com o herbicida glifosato (1200 g e.a. ha⁻¹) dez dias antes da semeadura.

As sementes de soja foram tratadas com thiametoxam (105 g i.a. por 100 kg de sementes), fipronil + piraclostrobina + tiofanato metílico (60 g i.a. + 6 g i.a. + 54 g i.a. por 100 kg de sementes) e inoculante líquido composto de estirpes Semia 5079 e 5080 em concentração de 6×10^{-9} unidades formadoras de colônia (50 mL por 50 kg de sementes). As semeaduras foram realizadas em 10 de novembro e 30 de outubro para as safras agrícolas 2013/14 e 2014/15, respectivamente. Para tanto, foi utilizada uma semeadora-adubadora específica para experimentação agrícola (Semina®, modelo 1), a qual apresentava sete discos duplos desencontrados, espaçados de 0,25 m, sendo necessárias 5 passadas por parcela.

Foi realizada adubação a lanço, por desconexão dos tubos de saída do reservatório do fertilizante, aplicando-se 600 kg ha⁻¹ do fertilizante 02-20-18. Aos dez dias após a emergência, efetuou-se o desbaste manual para ajustar as populações de plantas desejadas em cada tratamento. Os manejos fitossanitários, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados conforme as necessidades técnicas da cultura.

As colheitas foram realizadas em 19 de fevereiro de 2014 e 05 de fevereiro de 2015, para as consecutivas safras, avaliando as seguintes características na área útil das parcelas, em quinze plantas contínuas: altura de plantas e de inserção da primeira vagem

(medição do solo até a extremidade do último racemo floral e inserção do primeiro legume, respectivamente); número de vagens por planta e de grãos por vagem; massa de 1000 grãos (pesagem de mil grãos com correção da umidade para 13%); e produtividade de grãos (debulha das plantas e posterior pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%).

Os dados foram submetidos à verificação da homogeneidade das variâncias residuais nas análises individuais, com uso do programa Genes (Cruz, 1999). Posteriormente, efetuou-se a análise de variância conjunta com a utilização do software Sisvar (Ferreira, 2008). Quando constatada significância para determinada fonte de variação, foi empregado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Pelo resultado da análise de variância conjunta, houve efeito do ano de cultivo ou da conjunção arranjo x ano em todas as características avaliadas, exceto para número de grãos por vagem (Tabela 1.1). Este resultado já era esperado, devido às variações das condições climáticas entre os anos, as quais influenciam o desenvolvimento das plantas de soja.

Tabela 1.1 Resumo da análise de variância conjunta para as características alturas de plantas (AP) e de inserção da primeira vagem (AIV), números de vagens por planta (NVP) e de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) em diferentes arranjos de plantas com a cultivar de soja BMX Potência RR nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/15 no município de Rio Verde, GO

FV	GL	Valores de F calculado					
		AP	AIV	NVP	NGV	MMG	PG
Ano	1	0,3	53,1 **	48,3 **	4,3	43,3 **	12,4 **
Arranjo	3	0,2	3,2 *	3,5 *	2,1	1,8	7,0 **
Ano x Arranjo	3	4,6 *	1,1	10,2 **	0,2	2,4	0,6
Erro	18						
CV(%)		7,0	8,9	10,5	5,2	7,0	8,6

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Relacionado aos anos de cultivo, o arranjo adensado apresentou maior altura de plantas no primeiro, não sendo constatadas diferenças significativas entre as médias dos demais arranjos (Tabela 1.2). Resultados semelhantes foram relatados por Carvalho

(2014), o qual não encontrou diferenças na altura de plantas em diferentes arranjos de cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado.

Em trabalhos de arranjo de plantas, geralmente, observa-se efeito da população do cultivar para a característica altura de plantas, com ausência de significância para o espaçamento entrelinhas (Costa, 2013). É oportuno destacar que essa variável é uma característica morfológica fundamental para introdução de uma cultivar em determinada região, sendo desejável que as plantas apresentem altura de 70 a 80 cm para facilitar a colheita mecanizada (Sediyama, 2009). Portanto, para ambos os anos de cultivo e arranjos espaciais utilizados, os valores de altura de plantas da cultivar utilizada foram condizentes ao que se refere à facilidade de colheita mecanizada.

Tabela 1.2 Valores médios de alturas de plantas e de inserção da primeira vagem, números de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade de grãos em diferentes arranjos de plantas com a cultivar de soja BMX Potência RR nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/5 no município de Rio Verde, GO

Safras	Arranjos espaciais de plantas				Média
	Tradicional	Cruzado	Fileiras duplas	Adensado	
Altura de plantas (cm)					
1ºano (2013/14)	75,4 Aa	79,9 Aa	73,6 Aa	82,5 Aa	77,9
2º ano (2014/15)	77,6 Aa	77,1 Aa	81,5 Aa	71,0 Ab	76,8
Média	76,5	78,5	77,5	76,7	
Altura de inserção da primeira vagem (cm)					
1ºano (2013/14)	18,3	19,0	17,7	16,5	17,9 a
2º ano (2014/15)	15,4	13,8	14,6	13,0	14,2 b
Média	16,8 A	16,4 AB	16,1 AB	14,7 B	
Número de vagens por planta					
1ºano (2013/14)	21,9 Ab	19,0 Ab	17,8 Ab	22,3 Aa	20,3 b
2º ano (2014/15)	27,8 Aa	29,7 Aa	26,9 Aa	20,6 Ba	26,3 a
Média	24,9 A	24,4 A	22,3 A	21,5 A	
Número de grãos por vagem					
1ºano (2013/14)	2,5	2,4	2,4	2,5	2,4 a
2º ano (2014/15)	2,6	2,5	2,5	2,6	2,5 a
Média	2,5 A	2,5 A	2,4 A	2,5 A	
Massa de mil grãos (g)					
1ºano (2013/14)	117	118	117	116	117 a
2º ano (2014/15)	97	92	98	110	99 b
Média	107 A	105 A	107 A	113 A	
Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)					
1ºano (2013/14)	2.685	2.479	2.580	3.025	2.692 a
2º ano (2014/15)	2.544	2.241	2.284	2.609	2.419 b
Média	2.615 AB	2.360 B	2.432 B	2.817 A	

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

Fato semelhante foi observado para altura de inserção da primeira vagem em que no primeiro ano ocorreram, em média, maiores valores em relação ao segundo. Provavelmente, isso é justificado pela maior população de plantas adotada na safra 2013/14, ocasionando maior crescimento inicial, e conseqüentemente, maior altura de inserção da primeira vagem.

Na comparação dos arranjos de plantas, percebe-se que o arranjo densado foi inferior quanto à altura de inserção de vagem em relação ao tradicional. Isso pode ser atribuído a maior distância das plantas na linha daquele arranjo, o que diminui a competição de plantas por luz, ocasionando, geralmente, menor porte. Além disso, essa característica tem correlação negativa com a incidência de luz na camada inferior do dossel, ou seja, quanto maior a incidência de radiação no dossel inferior, menor será a inserção da primeira vagem (Zabot, 2009), como foi observado no arranjo adensado. No tradicional, o autossombreamento das plantas ocorre antecipadamente, devido ao maior número dessas na linha em relação ao adensado. Destaca-se também que a maior população de plantas, empregada no primeiro ano, pode ter ocasionado maior altura de inserção da primeira vagem, como abordado por Mauad et al. (2010).

O número de vagens por planta diferiu entre os arranjos de plantas na safra 2014/15. Neste caso, podem-se perceber maiores valores para o tradicional, cruzado e de fileiras duplas. No entanto este fato não ocorreu na safra anterior (2013/14). Entre os anos agrícolas, os três primeiros arranjos de plantas apresentaram maior número de vagens no segundo ano, sendo atribuído a menor população de plantas empregada na referida safra agrícola, como destacado por outros autores (Peixoto et al., 2000; Rambo et al., 2004; Vasquez, 2008).

Para Mauad et al. (2010), a soja cultivada em menores populações de plantas proporciona maior produção de vagens pelo aumento no número de ramificações, o que determina maior potencial de produção de nós e, conseqüentemente, maior número de vagens por planta. Para o arranjo adensado, acredita-se que devido à distribuição mais equidistante das plantas na área, este aparenta ser menos influenciado pelas variações climáticas para a formação de vagens. Nesse caso, se expressa maior uniformidade no crescimento em função das variações do clima quando comparado aos demais arranjos de plantas.

Na avaliação do número de grãos por vagem, não foram constatadas significância para as fontes de variação testadas. Fato semelhante foi observado para a

massa de mil grãos, em que houve efeito somente para ano, sendo inferior na segunda safra agrícola. O maior valor obtido no primeiro ano é atribuído a melhor distribuição da precipitação pluvial na fase de enchimento de grãos da soja, favorecendo assim o transporte de fotoassimilados para os grãos. A ocorrência de déficits hídricos nessa fase ocasiona redução da massa de grãos e consequentemente, diminuição na produtividade de grãos (Rambo et al., 2002).

Como destacado anteriormente, no segundo ano agrícola houve maior número de vagens nos arranjos tradicional, cruzado e de fileiras duplas. Isto pode ter ocasionado também, juntamente com a menor quantidade de precipitação na fase de enchimento de grãos no segundo ano agrícola, menor massa de mil grãos. Os efeitos da menor distribuição de chuvas na fase de enchimento de grãos ocasionou menor produtividade de grãos no segundo ano agrícola. Isso ocasionou ainda, morte das plantas na fase final de enchimento de grãos.

Na comparação dos arranjos, o adensado foi o que apresentou maior produtividade de grãos, superando fileiras duplas e cruzado, os quais não diferiram entre si. No entanto, resultados de outros trabalhos de pesquisa constataram maiores produtividades de grãos no arranjo cruzado (Fiorese, 2013; Lima et al., 2012). Adicionalmente, sabe-se que a soja apresenta alta plasticidade fenotípica para as características morfológicas e componentes da produtividade (Pires et al., 2000; Rambo et al., 2003). Porém este fato não foi tão evidente para a cultivar utilizada (BMX Potência). Provavelmente atribuído ao menor porte e ao ciclo mais precoce (grupo de maturação 7,0 para a região de Rio Verde, GO).

Convém destacar que a semeadura cruzada da cultivar BMX Potência, no final de outubro ou início de novembro na região dos cerrados, não proporcionou acréscimos na produtividade de grãos. Além disso, esse arranjo apresenta uma série de desvantagens econômicas e ambientais, como maior consumo de combustível e tempo para semeadura da soja, acentuado revolvimento do solo e dificuldade de implantação em condições de alta quantidade de palhada na superfície do solo (Balbinot et al., 2013). O custo operacional da semeadura cruzada da soja é mais elevado que a semeadura tradicional em linhas paralelas. Essa apresenta maior receita líquida sendo, desta forma, mais rentável para o produtor (Silva et al., 2015). Por outro lado, o arranjo adensado mostrou-se como técnica de implantação promissora para a cultivar BMX Potência. Isto pode ser atribuído a arquitetura

fenológica “moderna” da cultivar (porte baixo e compacto, ciclo precoce e folhas estreitas com pequeno ângulo de inserção).

Apesar de pequena variação, assim como o cruzado, o arranjo em fileiras duplas não se diferiu do tradicional, o que corrobora com o trabalho de Nelson (2007), que cultivando a soja Asgrow 3701, em densidade de semeadura de 445.000 sementes ha^{-1} , também verificou que os tratamentos com linhas simples (19 ou 38 cm) produziram de 200 a 400 kg ha^{-1} a mais que o tratamento que utilizou fileiras duplas (19/76 cm). Outros trabalhos devem ser realizados em diferentes regiões do país com o intuito de verificar a viabilidade dos demais arranjos espaciais, como o de fileiras duplas o qual não tem mostrado diferenças significativas de produtividade de grãos (Scheren, 2013; Procópio et al., 2014). Há, portanto, a necessidade de explorar diferentes cultivares em épocas de plantio adversas.

4.4 CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que:

- 1 - O emprego de diferentes arranjos de plantas interfere de forma específica nas características morfológicas e nos componentes do rendimento da soja;
- 2 - Os arranjos de plantas cruzado e de fileiras duplas são menos produtivos, ao passo que o cultivo adensado mostra-se promissor, quando comparados ao arranjo tradicional.

4.5 REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL. 2013, 33, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2013, p. 37-39

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; NEUMAIER, N.; PANISON, F. Cobertura do solo e área foliar de uma cultivar de soja de hábito determinado cultivada no sistema de plantio cruzado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4p. 1 CD-ROM.

BRASMAX GENÉTICA LTDA. **Portifólio de cultivares**. Disponível em: <<http://www.brasmaxgenetica.com.br/>>. Acesso em: 01 Maio. 2014

CALISKAN, S.; ARSLAN, M.; UREMIS, I.; CALISKAN, M. E. The effects of row spacing on yield and yield components of full season and double-cropped soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 31, n. 3, p. 147-154, 2007.

CARVALHO, M. M. **Influência de sistemas de semeadura na população de pragas e nas características morfofisiológicas em cultivares de soja**. 2014, 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de plantas) - Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu-SP, 2014.

COSTA, E. D. **Arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja**, 2013, 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura) - Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu-SP, 2013.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1999. 442p.

DALLEY, C. D.; KELLS, J. J.; RENNER, K. A. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) yields. **Weed Technology**, Arkansas, v. 18, n. 1, p. 165-176, 2004.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Recife, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FIGUEIREDO, K. F. **Avaliação das características agronômicas e produtividade de cultivares de soja em diferentes sistemas de semeadura**. 2013, 32f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UNB. Brasília, 2013.

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

KOMORI, E. HAMAWAKI, O. T.; SOUZA, M. P. de.; SHIGIHARA, D.; BATISTA, A. M. Influência da época de semeadura e população de plantas sobre características agronômicas na cultura da soja. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 13-19, 2004.

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

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

NELSON, K. A. Glyphosate application timings in twin- and single-row corn and soybean spacings. **Weed Technology**, v. 21, n. 1, p. 186-190, 2007.

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: componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1541-1547, 2000.

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.

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@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 2, p. 212-221, 2014.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; PANISON, F. Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja – cultivar de hábito indeterminado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4p. 1 CD-ROM.

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.; 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, p. 405-411, 2003.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v. 3, n. 1-2, p. 79-85, 2002.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SCHEEREN, R. H.; GEHLING, R. K.; DURLACHER, K. S.; XAVIER, F.; AGUILA, J. S. D.; AGUILA, L. S. H. D. Desenvolvimento de cultivares de soja de diferentes hábitos de crescimento sob fileiras duplas In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 22, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS, UFPEL, 2013. 4p.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1. ed. Londrina: Mecenas, 2009. v. 1, 314 p.

SILVA, P. R. A.; TAVARES L. A. F.; SOUSA, S. F. G.; CORREIA, T. P. S.; RIQUETTI, N. B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 293-297, 2015.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

ZABOT, L. **Caracterização agrônômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

5. INFESTAÇÃO E CONTROLE DE PRAGAS EM ARRANJOS DE PLANTAS DE SOJA

RESUMO

O arranjo de plantas de soja influencia a morfologia dessas podendo alterar a produção, uma vez que tal leguminosa apresenta ampla plasticidade de desenvolvimento. Características proporcionadas por essa técnica como o fechamento antecipado do dossel pode favorecer aos insetos, pois serve de local de alimentação, reprodução e refúgio contra predadores, doenças e agentes abióticos, podendo, também, interferir na aplicação de produtos fitossanitários. Com o objetivo de avaliar a infestação e controle de insetos-pragas em diferentes arranjos de plantas de soja conduziu-se um experimento por duas safras de verão em anos consecutivos em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos repetidos quatro vezes. Para tanto, foram cultivadas, separadamente, as variedades de soja Anta 82 RR (1ª safra) e BMX Potência RR (1ª e 2ª safra), em quatro arranjos: tradicional (0,5 m entrelinhas); cruzado (0,5 m entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em sentido perpendicular à primeira); fileiras duplas (0,25 m na fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas) e adensado (0,25 m entrelinhas). Nesse contexto, logo após a emergência das plantas, avaliou-se, semanalmente, por pano de batida o número lagartas. Observada quantidade significativa dessas no sistema tradicional, realizou-se controle com aplicação de produtos químicos em todos os tratamentos. Na pós-colheita, avaliou-se o dano em sementes causado por percevejos com utilização da metodologia do teste de tetrazólio. Os arranjos cruzado e adensado, quanto ao número de lagartas por área, foram superiores aos demais. O efeito dos tratamentos quanto ao controle químico de lagartas não se diferiu, tampouco influenciou os danos causados em sementes por percevejos.

Palavras chave: *Chrysodeixis includens*, controle químico, percevejos fitófagos, sistemas de semeadura, teste de tetrazólio.

INFESTATION AND PESTS CONTROL IN SOYBEAN PLANTS ARRANGEMENTS

ABSTRACT

The soybean plants arrangement influence the morphology of it and can change the production, once the legume presents a huge plasticity of development. The characteristics proportioned for this technique as the advanced closing of canopy can be favor to the insects, because it is used as a place to feed, replicate and shelter against predators, diseases and abiotic agents, this can also interfere in the application of phytosanitary products. This work aimed estimate the infestation and control of pests in different soybean arrangements; the trial was conducted into two continuous harvests in

randomized blocks design with four treatments and repetitions. For this purpose, were cultivated the varieties of soybean Anta 82 RR (first harvest) and BMX Potência RR (first and second harvest): (1-traditional spacing: 0.5 m of row spacing; 2-crossed sowing: spacing of 0.5 m between rows and 0.5 m row in a perpendicular way to the first; 3-sowing in skip row: 0.25 m in twin row e 0.75 m between the twin row; and 4-narrow row: 0.25 m between the row). In this context, right after the plant growth, estimated, weekly, by beat sheet the number of caterpillars. Observing the significant quantity of it in the traditional arrangement was held the control using the application of chemical products on every treatment. In after-harvest, estimated the damage in seed by chinch using the methodology using tetrazolium test. The crossed and narrow row arrangements related to the number of caterpillars per area, are too superior. The effect treatments related to the caterpillars chemical control do not differed, just like the damage caused in seed by chinch.

Keyword: *Chrysodeixis includens*, chemical control, phytophagan chinch, sowing systems, tetrazolium test.

5.1 INTRODUÇÃO

A utilização de diferentes arranjos de plantas constitui-se como uma opção para o aumento de produtividade da soja. Porém, faz-se necessária a avaliação dos impactos da implantação dessa técnica sobre o agroecossistema. Não somente no aspecto da produção de grãos, mas também no que restringe às características físicas e químicas do solo, na mecanização agrícola, controle de plantas daninhas, doenças e pragas, dentre outros.

Em estudos sobre arranjo de plantas com novas disposições na lavoura permiti-se minimizar a competição intraespecífica e maximiza-se o aproveitamento dos recursos ambientais. As modificações no arranjo podem ser feitas por meio da variação do espaçamento entre as plantas na linha de semeadura e da distância entrelinhas (Pires et al., 1998).

O aumento da densidade populacional de plantas pode ainda, resultar em impacto na relação artrópode-planta, pois com o maior número de plantas por área haverá modificações no ambiente em que estão inseridas como mudanças na intensidade dos raios solares que atingirão as folhas do terço inferior e médio, influenciando no microclima (umidade e temperatura), que é um fator importante para o desenvolvimento de uma população de pragas (Rodrigues et al., 2011).

Algumas vantagens em relação ao arranjo tradicional de semeadura podem ser consideradas em arranjos adensados, tais como: otimização dos fatores da terra, máquinas, implementos e insumos, menos degradação das áreas exploradas, melhor controle de

plantas daninhas, maiores eficiência do uso da água e de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. Entretanto, também há alguns riscos como a maior possibilidade de incidência de pragas e doenças e menor número de frutos por planta e de peso de 1000 grãos (Chiavegato et al., 2010).

A cultura da soja apresenta uma entomofauna bastante diversificada, que abriga um número elevado de espécies de insetos, sendo que alguns causam sérios prejuízos à cultura e são considerados como pragas principais. Outros, como pragas secundárias, pois ocorrem em menor abundância e somente em condições especiais causam danos econômicos. Um terceiro grupo corresponde aos insetos benéficos que se alimentam dos insetos-pragas e, portanto, funcionam como agentes de controle natural (Carneiro et al., 2010).

Referente aos insetos desfolhadores, além da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), que é praga-chave da cultura, outras lagartas vem causando danos expressivos às lavouras. Entre elas destacam-se a lagarta-das-vagens, *Spodoptera eridania* Cramer, 1782 e a lagarta falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* Walter, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) (Bueno et al., 2007).

A última promove orifícios de aspecto rendilhado no limbo foliar, atacando preferencialmente as folhas desenvolvidas. É comum estarem mais presentes nos terços inferior e médio das plantas, mas podem subir para o terço superior em busca de alimento e, quando em altas populações, causam desfolhamento acentuado podendo causar prejuízos a produção. A posição dessa lagarta, na planta, dificulta a ação de controle com inseticidas. Nas aplicações convencionais é relativamente reduzida a quantidade de substância que atingem o terço inferior das plantas, uma vez que essa praga tem sido responsável por sérios prejuízos em lavouras de soja ao longo das últimas safras (Santos, 2007).

Na fase reprodutiva da cultura surgem os percevejos sugadores, principalmente as espécies *Nezara viridula* Linnaeus, 1758; *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837 e *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) que causam danos desde a formação das vagens até o final do desenvolvimento das sementes (Hoffmann-Campo et al., 2012).

O controle dessas pragas tem sido realizado principalmente com uso de agrotóxicos, o que pode ocasionar a seleção de populações resistentes do inseto, aparecimento de novas pragas ou a ressurgência de outras, ocorrência de desequilíbrio biológico, além de efeitos prejudiciais ao homem e outros animais (Kogan, 1998). Em

função dessas consequências é importante a busca por novas tecnologias que supram o elevado uso de inseticidas e que causem menos efeitos adversos ao meio ambiente (Silva et al., 2006)

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a infestação e o controle de insetos-pragas na cultura da soja em diferentes arranjos de plantas.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental da Universidade de Rio Verde - UniRV (17°47'53'' S; 51°55'53'' W e 756 m de altitude), nas consecutivas safras de verão compreendidas entre os anos de 2013 a 2015. Na primeira safra instalou-se em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições, um experimento no qual, devido à abrangência de cultivo na região, foram cultivadas, separadamente, as respectivas variedades de soja de hábito de crescimento semi-determinado e indeterminado: Anta 82 RR (500 mil plantas ha⁻¹) e BMX Potência RR (450 mil plantas ha⁻¹) em quatro arranjos de plantas: tradicional (0,5 m entrelinhas); cruzado (0,5 m entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em sentido perpendicular à primeira); fileiras duplas (0,25 m na fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas) e adensado (0,25 m entrelinhas).

A instalação dos ensaios ocorreu nos dias 10 de novembro e 30 de outubro para as respectivas safras. As parcelas mediam 8 m de comprimento por 8 m de largura, totalizando uma área de 64 m², separadas de corredores de igual distância no intuito de dificultar o deslocamento de insetos. As plantas daninhas presentes na área experimental foram dessecadas com aplicação do herbicida glifosato (1200 g e.a. ha⁻¹) dez dias antes da semeadura.

Utilizou-se uma semeadora-adubadora própria para experimentação, da marca Semina[®], modelo 1, equipada com sulcadores do tipo haste para adubação e semeadura, contínua, por meio de disco duplo desencontrado. As sementes foram tratadas com thiametoxam (105 g i.a. por 100 kg de sementes), fipronil + piraclostrobina + tiofanato metílico (60 g i.a. + 6 g i.a. + 54 g i.a. por 100 kg de sementes) e inoculante líquido composto de estirpes Semia 5079 e 5080 em concentração de 6 x 10⁻⁹ unidades formadoras de colônia (50 mL por 50 kg de sementes).

No momento do plantio, aplicou-se 600 kg ha⁻¹ do adubo formulado 02-20-18 a lanço, por desconexão dos tubos na saída do reservatório de fertilizante. Após 10 dias da

emergência, efetuou-se o desbaste manual estabelecendo-se as populações desejadas. O controle de doenças, plantas daninhas e pragas foram realizados conforme as necessidades técnicas da cultura, efetuados por via de aplicação terrestre em taxa de 150 L ha^{-1} , respeitando-se as condições climáticas mínimas de operação: velocidade do vento entre 3 e 10 km h^{-1} , umidade relativa do ar acima de 55% e temperatura ambiente abaixo de 30°C , as quais foram medidas com utilização de aparelho portátil termo-higro-anemômetro (Kestrel[®] 3000) a instantes das aplicações a uma distância de 1 m de altura da cultura.

Vinte dias após a emergência das plantas, iniciou-se o monitoramento de pragas que foi realizado semanalmente, no qual se adotou o método de batida de pano de 1 m em quatro pontos por parcela, para contagem de lagartas desfolhadoras. Uma vez que os arranjos adensado e cruzado apresentam o dobro de linhas de semeadura, como forma de não subestimar o número de insetos, atribui-se um fator de multiplicação igual a 2 para cada avaliação desses (Figura 2.1)

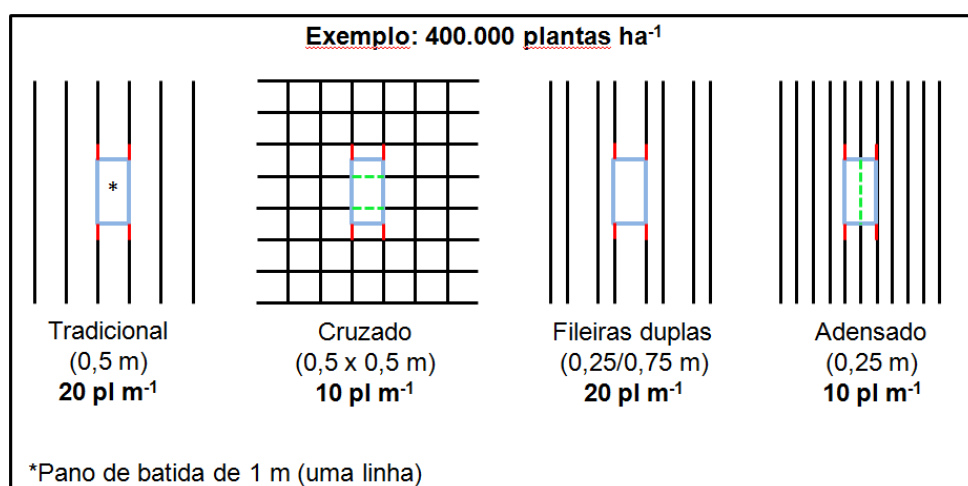


Figura 2.1 Demonstração do método de amostragem por pano de batida de 1 metro em diferentes arranjos de plantas de soja

Com base no arranjo tradicional, realizou-se o controle de lagartas, visto significativa infestação dessas (20 lagartas maiores que 1,5 cm por metro de semeadura em uma fileira) e desfolha próxima a 15% (Embrapa, 2011), as quais ocorreram no decorrer do estágio fenológico reprodutivo R5 (enchimento de grãos). Aplicou-se, portanto, os seguintes produtos químicos: teflubenzuron ($18 \text{ g i.a. ha}^{-1}$); espinosade ($24 \text{ g i.a. ha}^{-1}$); lufenurom + profenofós ($25 + 250 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e clorantraniliprole ($16 \text{ g i.a. ha}^{-1}$).

Apenas a cultivar BMX Potência RR (400 mil plantas ha⁻¹) foi cultivada no segundo ano agrícola (safra de verão), uma vez que não foi possível avaliar o controle de lagartas devido à baixa infestação.

Na pós-colheita foi realizado teste de tetrazólio com a finalidade de avaliar os danos resultantes do ataque de percevejos. Assim, em cada repetição foram retiradas aleatoriamente duas amostras com 50 grãos e avaliados segundo a metodologia de França Neto et al. (1998).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, as médias dos tratamentos foram transformadas e comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) com utilização do programa Sisvar (Ferreira, 2008).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos no primeiro ano, aos 57 dias após a emergência das plantas (DAE), os ambientes formados pelos arranjos adensado e cruzado foram mais favoráveis às lagartas quando comparados ao tradicional e fileiras duplas, em ambas as cultivares, visto o maior número desses insetos (Tabela 2.1). Dados que não corroboram aos descritos por Carvalho (2014), o qual concluiu que a população de lagartas foi maior em arranjos tradicional e fileiras duplas.

Tal diferença pode ser explicada por vários fatores. Primeiramente, os arranjos adensado e cruzado, por apresentarem fechamento das entrelinhas antecipadamente aos demais, podem ser mais favoráveis aos insetos-praga e inimigos naturais. Cria-se, então, um ambiente em equilíbrio. Outra questão foi a utilização de cultivares diferenciados, no caso, BRS 295RR (determinada) e Vmax RR (indeterminada), o que pode ter criado um ambiente diferenciado a cada arranjo, pois os espaçamentos utilizados foram de 0,4 m; 0,4x0,4 m; 0,2/0,4 m e 0,2 m, aos respectivos tratamentos aqui avaliados.

Ainda, analisando o método de avaliação empregado pelo autor, nota-se que o número de plantas agitadas por pano de batida é a metade para os arranjos adensado e cruzado. Surge, assim, a necessidade de se aplicar o fator de multiplicação 2, ou dobrar a quantidade de batidas de pano para os referidos tratamentos, pois ocorre uma sobreposição da ferramenta às linhas adjacentes. Portanto, seus dados podem ter sido subestimados, uma vez que há o dobro de linhas de sulco de semeadura em igual área de plantio, para uma

mesma densidade de plantas se comparados os arranjos cruzado e adensado aos arranjos tradicional e fileiras duplas, respectivamente.

Tabela 2.1 Número médio de lagartas por metro de pano de batida em diferentes arranjos de plantas com as cultivares de soja Anta 82 RR (500 mil plantas ha⁻¹) e BMX Potência RR (450 mil plantas ha⁻¹), na safra de verão 2013/2014, em Rio Verde, GO

Arranjos de plantas	Lagartas por pano de batida de 1 m ¹				
	57 DAE	64 DAE	71 DAE	78 DAE	85 DAE
Anta 82 RR ²					
Tradicional	21,0 a	26,0 a	14,0 a	7,8 a	0,0 a
Cruzado	31,8 b	40,8 b	24,0 a	13,8 b	1,0 a
Fileiras duplas	23,3 ab	30,5 a	19,5 a	11,5 ab	0,5 a
Adensado	31,3 b	39,3 b	23,8 a	10,3 ab	0,0 a
CV(%)	5,5	3,8	7,7	5,9	3,3
BMX Potência RR ³					
Tradicional	27,7 a	32,4 a	20,5 a	5,0 a	0,00 a
Cruzado	48,2 b	48,6 bc	24,1 a	9,9 a	0,23 a
Fileiras duplas	26,3 a	34,0 ab	16,0 a	4,1 a	0,00 a
Adensado	38,7 ab	50,0 c	28,6 a	6,1 a	0,45 a
CV(%)	7,0	6,4	9,9	7,9	2,1

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna e por cultivar, são iguais pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$); Dados transformados em: $\sqrt{x + 0,5}$;

²Lagartas(%): *Chrysodeixis includens*: 93,6; *Anticarsia gemmatilis*: 4,1; *Spodoptera* sp.: 2,1; *Helicoverpa* sp.: 0,2.

³Lagartas(%): *Chrysodeixis includens*: 94,1; *Anticarsia gemmatilis*: 3,7; *Spodoptera* sp.: 2,1; *Helicoverpa* sp.: 0,1

Diante do exposto, deve-se tomar cuidado quanto ao procedimento de monitorar pragas na cultura da soja com utilização do pano de batida em arranjos diferentes do tradicional (0,5 m entrelinhas). A estimativa equivocada, referente ao número de pragas por área, por sua vez, poderá mascarar o nível de controle aceitável e, com isso, trazer prejuízos ao produtor rural. Portanto, alterar o número de amostragens, ou mesmo, atribuir um fator de compensação a essas, pode ser útil para uma devida tomada de decisão.

Rodrigues et al. (2011) em trabalho com a cultura do algodão não verificaram diferença significativa na dinâmica populacional das pragas: *Aphis gossypii*, Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae); *Alabama argillacea*, Hübner 1818; *Spodoptera eridania*, Cramer 1782; *Chrysodeixis includens* e *Heliothis virescens* Fabrícus, 1781 (Lepidoptera: Noctuidae) entre os arranjos adensado e tradicional. Ainda, em trabalho com essa cultura, Romano (2012) concluiu que a cultivar convencional (DeltaOpal) sofreu mais desfolha no arranjo adensado que no cultivo não-adensado, enquanto que a cultivar Bt (NuOpal) não

diferiu no percentual de desfolha, independente do espaçamento adotado, uma vez que o adensado produziu, significativamente, mais algodão em caroço que o não-adensado.

Como na cultura da soja, o algodão adensado pode ter um impacto significativo sobre o comportamento e controle de insetos, porém poucas informações estão disponíveis. No arranjo adensado, existe um fechamento mais rápido da entrelinha, resultando em modificações no ambiente em que a planta está inserida, com mudanças na intensidade dos raios solares que atingirão as folhas dos terços inferior e médio, influenciando no microclima e na relação artrópode-planta. Desta forma, faz-se necessário estudar o comportamento das pragas nesse arranjo para que não ocorram erros de manejo (Wright et al., 2008).

Aos 57 DAE aplicou-se teflubenzuron ($18 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), pois grande parte da desfolha, até o momento, foi devida ao ataque de lagartas da soja *A. gemmatilis*. Porém, houve um aumento de lagartas falsa-medideira expresso na semana posterior (64 DAE).

Nas principais regiões produtoras de soja no Brasil, a lagarta falsa-medideira foi considerada praga secundária, controlada naturalmente por parasitoides e por fungos entomopatogênicos (Sosa-Gomez et al., 2003). Entretanto, a partir da safra de 2003/2004, vários surtos da praga foram constatados em diversos estados brasileiros produtores de soja (Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná), ocorrendo isoladamente ou associada à lagarta-da-soja. Isso se deve indiretamente ao aumento considerável do número de aplicações de produtos fitossanitários na cultura, que tem como consequência a diminuição do controle biológico natural desses insetos-praga por patógenos, parasitoides e predadores (Bueno et al., 2007).

O controle químico dessa lagarta na cultura tem sido relativamente difícil, por se tratar de uma espécie mais tolerante às doses de inseticidas normalmente recomendadas para a lagarta-da-soja. Além disso, segundo relato de produtores rurais, vários princípios ativos atualmente registrados para o seu controle estão se mostrando ineficientes, bem como a tecnologia de aplicação empregada (Avila & Souza, 2015).

Após 64 DAE, uma nova aplicação foi efetuada com o ingrediente ativo espinosade ($24 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e o número de lagartas, da próxima amostragem (71 DAE), não foi significativo entre os arranjos de plantas para as distintas cultivares. Tal resultado sugere que os ambientes criados pelos diferentes arranjos são equivalentes quanto ao controle fitossanitário, uma vez que a lagarta falsa-medideira tem preferência ao terço médio das plantas. Ou seja, a deposição do ingrediente ativo no alvo indefere quanto ao

arranjo de plantas, visto as demais aplicações efetuadas e a insignificância dos resultados frente ao número de lagartas nos tratamentos para 85 DAE.

No segundo ano de cultivo, no qual apenas houve cultivo da soja BMX Potência RR, não ocorreu infestação significativa de lagartas, a ponto de efetuar-se o controle dessas. Portanto, não houve diferença entre o número de lagartas para os diferentes arranjos de plantas nas datas em que houve amostragem, com exceção aos 88 DAE, no qual o arranjo cruzado foi superior ao tradicional (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Número médio de lagartas por pano de batida de 1 metro em diferentes arranjos de plantas com a cultivar de soja BMX Potência RR (400 mil plantas ha⁻¹), na safra de verão 2014/2015, em Rio Verde, GO

Arranjos	Lagartas por pano de batida de 1 m ¹²					
	53 DAE	60 DAE	67 DAE	74DAE	81 DAE	88 DAE
Tradicional	0,04 a	0,09 a	0,07 a	0,15 a	0,12 a	0,03 b
Cruzado	0,04 a	0,10 a	0,05 a	0,37 a	0,26 a	0,13 a
Fileiras duplas	0,05 a	0,13 a	0,06 a	0,26 a	0,21 a	0,08 ab
Adensado	0,06 a	0,09 a	0,06 a	0,31 a	0,24 a	0,10 ab
CV(%)	2,2	3,2	2,2	4,7	4,1	2,1

¹Médias seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Dados transformados em: $\sqrt{x + 0,5}$;

²Lagartas(%): *Chrysodeixis includens*: 99,42; *Anticarsia gemmatilis* + *Spodoptera* sp.: 0,58.

Não houve, também, diferença entre o efeito dos tratamentos no que diz respeito aos danos em sementes causados por percevejos (Tabela 2.3). Carvalho (2014) ao avaliar o dano de percevejos em sementes de soja observou que houve diferença estatística em relação aos danos ocasionados por estes insetos nos grãos. Mencionou ainda que, no arranjo adensado na cultivar de hábito indeterminado foram maiores que na de hábito determinado e, a maior quantidade de danos foi constatada no arranjo de fileiras duplas na cultivar de hábito de crescimento determinado.

Tabela 2.3 Valores médios de sementes danificadas (%) por percevejos fitófagos nas cultivares de soja Anta 82 RR e BMX potência RR, em diferentes arranjos espaciais de plantas, nas safras de verão compreendidas entre os anos de 2013 a 2015, em Rio Verde, GO

Arranjos	Anta 82 RR	BMX Potência RR	
	Safra (2013/2014)	Safra (2013/2014)	Safra (2014/2015)
Tradicional	11,6	3,25	3,5
Cruzado	9,5	3,25	5,0
Fileiras duplas	9,0	3,50	7,0
Adensado	10,5	3,50	7,8
CV(%)	17,0	26,2	23,3

Ainda que não significativas, variações para essa característica foram encontradas para a cultivar BMX Potência RR entre os anos. Talvez, os produtos destinados ao controle de lagartas, no primeiro ano, podem ter atuado sobre os hemípteros. A cultivar Anta 82 RR por ter um ciclo vegetativo maior, provavelmente sofreu maior imigração de percevejos, visto a variação do número de sementes danificadas, se comparada à BMX Potência para o primeiro ano.

5.4 CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que:

1. Arranjos com distribuição de plantas mais equidistantes como, cruzado e adensado, são mais favoráveis ao aparecimento de lagartas;
2. Os ambientes proporcionados pelos diferentes arranjos de plantas são equivalentes quanto ao controle de lagartas;
4. Não há favorecimento dos arranjos aos percevejos fitófagos.

5.5 REFERÊNCIAS

AVILA, C. J.; SOUZA, E. C. S. Palmo a palmo. **Revista Cultivar**, Pelotas, n. 191, p. 22-25, 2015.

BUENO, R. C. O. F. PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; Di OLIVEIRA, J. R. G.; CAMILLO, M. F. Sem barreiras. **Revista cultivar**, Pelotas, v. 93, p. 12-15, 2007.

CARNEIRO, E.; CUZZI, C.; LINK, S.; VILANI, A.; SARTORI, C.; ONOFRE, S. B. Entomofauna associada à cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Fabaceae) conduzida em sistema orgânico. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 3, n. 3, p. 271-289, 2010.

CARVALHO, M. M. **Influência de sistemas de semeadura na população de pragas e nas características morfofisiológicas em cultivares de soja**. 2014, 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de plantas) - Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu-SP, 2014.

CHIAVEGATO, E. J. SILVA, A. V.; 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.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil 2012 e 2013. - Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Recife, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FRANÇA NETO, J. B.; EREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1998. 72 p. (Embrapa Soja. Documentos 116).

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

KOGAN, M. Integrate pest management historical, perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.

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.

RODRIGUES, S. M. M. Flutuação populacional das pragas do algodoeiro no sistema de plantio convencional versus sistema de plantio adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO & I COTTON EXPO, 8, 2011, São Paulo. **Anais...** Campina Grande, PB, Embrapa algodão, 2011, p. 191-195.

RODRIGUES, S. M.; PIERRE, S.; DEGRANDE, P. E. O sistema de cultivo adensado do algodoeiro e os artrópodes pragas. 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. 239-249.

ROMANO, D. **Ocorrência de pragas na cultura do algodão transgênico (bt) e convencional cultivado no sistema adensado e não-adensado**. 65f. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistema de produção) - Universidade Estadual Paulista – UNESP. Ilha Solteira, SP, 2012.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. Cap. 12, p. 403-478.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C.; BOSS, A. Erro e resistência. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 8, n. 82, p. 22-25, 2006.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; DELPIN, K. E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M. H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 287-291, 2003.

WRIGHT, D. L. et al. **Production of ultra narrow row cotton**. Florida: U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, 2008. p.7, Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/AA267>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

6. DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM ARRANJOS DE PLANTAS SOJA

RESUMO

O emprego de diferentes arranjos de plantas no cultivo da soja, visto sua plasticidade de desenvolvimento, pode favorecer ao rendimento de grãos, bem como, dificultar o controle fitossanitário. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de produtos fitossanitários em diferentes arranjos de plantas de soja. Para tanto, em uma safra agrícola, instalou-se um experimento em delineamento de blocos casualizados, repetidos por quatro vezes, com o cultivo das variedades Anta 82 RR (500 mil plantas ha⁻¹) e BMX Potência RR (450 mil plantas ha⁻¹) em quatro tratamentos constituídos pelos seguintes arranjos de plantas: tradicional (0,5 m entrelinhas); cruzado (0,5 m entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em sentido perpendicular à primeira); fileiras duplas (0,25 m na fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas) e adensado (0,25 m entrelinhas). Nessa condição, foi avaliada a deposição de calda nos diferentes extratos da planta por duas metodologias distintas: uma com utilização de corante traçador e outra com papel hidrossensível. Na primeira, foi avaliado o volume de calda por cm² de área foliar, uma vez que ainda, foram testadas diferentes taxas de aplicação (75 e 150 L ha⁻¹) para a cultivar BMX Potência RR (400 mil plantas ha⁻¹) na safra agrícola do ano seguinte. Na segunda metodologia, foram avaliadas as características de densidade de gotas, cobertura (%) e diâmetro médio volumétrico (µm) nos dois extratos inferiores. Embora não significativas, a deposição de calda e as características da aplicação, para os distintos arranjos de plantas, são condizentes, porém foi verificada diferença entre taxas de aplicação no terço inferior da planta.

Palavras-chave: corante traçador, papel hidrossensível, sistema de semeadura, taxa de aplicação, tecnologia de aplicação.

DEPOSITION OF PESTICIDES IN SOYBEAN PLANTS ARRANGEMENTS

ABSTRACT

The use of spatial plants arrangements in the cultivation of soybean, seen its development plasticity, can be favor the yield of grains, just as the making it difficult, the fitosanitary control. This work aimed estimate the deposition of pesticides in different soybean plants arrangement. In an agricultural harvest, therefore, was installed, an experiment in randomized block designs, repeated four times, and cultivated the varieties: Anta 82 RR (500.000 plants ha⁻¹) and BMX Potência RR (450.000 plants ha⁻¹) in four arrangements (treatments): traditional (0.5 m between lines); crossed rows (0.5 m between lines and 0.5 m spacing in a perpendicular way to the first); skip row (0.25 m in twin row and 0.75 m between the twins rows) and narrow row (0.25 m between lines). In this condition, was estimated the deposition of solution spray in different extract of the plant

for two distinct methodologies: one with the utilization of colorant marker and the other one a hydrosensitive paper. In the first, was rate the volume of spray solution per cm^2 of foliar area, once it was tested in different taxes of application (75 e 150 L ha^{-1}) to the cultivar BMX Potência RR (400.000 plants ha^{-1}) in the next agricultural harvest. In the second methodology, was rating the characteristics drops' density, coverage (%) and medium volumetric diameter (μm) in both minors extracts. The deposition of spray solution and the characteristics to the distinct arrangements are equivalent, although the difference verified between the taxes of application in the plants third minor.

Keywords: colorant marker, hydrosensitive paper, sowing system, application tax, application technology.

6.1 INTRODUÇÃO

A modificação do arranjo de plantas é uma prática de manejo importante que pode melhorar os componentes do rendimento da cultura (Heitholt et al., 2005). Contudo, o estreitamento das entrelinhas pode estabelecer características diferenciadas do ponto de vista da tecnologia de aplicação (Madalosso et al., 2010). Várias pesquisas tem buscado determinar um conjunto de práticas culturais que facilitem os tratamentos fitossanitários (Lima et al., 2012). Estudos nessa linha são grande desafio a ser vencido pela tecnologia de aplicação na cultura da soja, os quais consistem em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas e cheguem com condições de se distribuir, depositar e cobrir, adequadamente, todo o dossel (Ferreira & Oliveira, 2008).

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 propicia. Com a penetração e cobertura de gotas prejudicadas, o ingrediente ativo não consegue atingir o alvo em quantidade e qualidade adequadas, diminuindo o residual de controle, obrigando a uma nova aplicação e, consequentemente, encurtando o intervalo entre aplicações (Navarini, 2008).

O volume de calda ou taxa de aplicação é um dos fatores que determinam o sucesso da pulverização. Está relacionado ao tipo de ponta de pulverização e à pressão de trabalho, que por sua vez, determinam o espectro de gotas, cobertura e penetração no dossel da cultura (Santos, 2003). Viana (2006) e Cunha et al. (2006), ao estudarem pontas de pulverização e volumes de calda diferenciados obtiveram incremento da cobertura com aumento da taxa de aplicação.

Aplicar volumes superiores a 200 L ha^{-1} , ainda, é prática comum entre os produtores rurais. Entretanto, existe uma tendência à redução do volume de calda aplicado,

o que resulta em menor transporte de água ao campo, obtendo-se, com isso, diminuição do custo da aplicação e aumento da capacidade operacional do equipamento de aplicação. O volume a ser utilizado em uma pulverização depende do modo de ação do produto fitossanitário, do tipo e grau de desenvolvimento do alvo e do equipamento (Lima & Machado Neto, 2011).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a deposição de calda em diferentes arranjos de plantas de soja.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental da Universidade de Rio Verde - UniRV (17°47'53'' S; 51°55'53'' W e 756 m de altitude), nas consecutivas safras de verão compreendidas entre os anos de 2013 a 2015. Na primeira safra, instalou-se em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições, um experimento, no qual, devido abrangência de cultivo na região, foram cultivadas, separadamente, as variedades de soja Anta 82 RR (500 mil plantas ha⁻¹) e BMX Potência RR (450 mil plantas ha⁻¹) em quatro arranjos de plantas: tradicional (0,5 m entrelinhas); cruzado (0,5 m entrelinhas e 0,5 m entrelinhas em sentido perpendicular à primeira); fileiras duplas (0,25 m na fileira dupla e 0,75 m entre fileiras duplas) e adensado (0,25 m entrelinhas).

As parcelas mediam 8 m de comprimento por 8 m de largura, totalizando uma área de 64 m², separadas por corredores de igual distância. Para a avaliação da deposição de calda de pulverização e suas características foram utilizadas duas metodologias distintas. A primeira consistiu-se da aplicação de um traçador (corante alimentício azul brilhante FDC 1), o qual foi dissolvido em água na concentração de 3 g L⁻¹ (Palladini et al., 2005) e a calda pronta, aplicada a 0,5 m de altura da cultura, uma parcela de cada vez, por equipamento pulverizador montado (via terrestre) com a utilização de pontas de pulverização leque plano AXI 11002, espaçadas de 50 cm, à pressão de 275,8 Kpa em taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹.

As avaliações ocorreram no estágio de enchimento de grãos (R5) devido à dificuldade de penetração da calda fitossanitária, visto o fechamento do dossel. Durante a aplicação, foram observadas as condições climáticas mínimas de operação: velocidade do vento entre 3 e 10 km h⁻¹, umidade relativa do ar acima de 55% e temperatura ambiente

abaixo de 30 °C, medidas por aparelho portátil termo-higro-anemômetro (Kestrel® 3000), a instantes das aplicações, posicionado em distância vertical de 1,0 m acima da cultura, sendo: início da aplicação (16 h) - 8,5 km h⁻¹; 56,7% e 30,0 °C / término da aplicação: (20 h e 15 min) - 2,7 km h⁻¹; 71,7% 25,0 °C, respectivamente. Após aplicação, foram aguardados, em média, 30 minutos para secagem da calda e, em cada parcela, coletou-se em 10 plantas, escolhidas aleatoriamente, uma folha de cada terço. No arranjo de fileiras duplas tal atividade foi duplicada, nos terços inferiores, visto os espaçamentos (0,25 m e 0,75 m entrelinhas). As folhas foram colocadas em embalagem plástica, previamente identificadas, e encaminhadas a laboratório, no qual foram lavadas com 100 mL de água destilada para remoção do corante, após agitação de 30 segundos e, o volume resultante colocado em aparelho espectrofotômetro a 630 nm para leitura de absorbância.

Segundo Scudeler et al. (2004), os valores de absorbância, quando relacionados a diferentes concentrações do corante Azul Brilhante, permitem o estabelecimento de uma equação de reta linear, nesse caso: $y = 0,027 + 0,179x$ ($r^2 = 99,55$), utilizada para indicar a concentração do corante (mg L⁻¹) capturado pelo alvo durante a aplicação. Ao correlacionar a concentração do corante, na solução de lavagem das amostras, com a obtida na calda de pulverização, foi possível estabelecer o volume capturado pelo alvo por meio da seguinte equação: $V_i = (C_f \times V_f) / C_i$, em que:

V_i = volume capturado pelo alvo (mL);

C_f = concentração do corante na amostra, detectada pelo espectrofotômetro em absorbância e transformada para mg L⁻¹;

V_f = volume de diluição da amostra (100 mL);

C_i = concentração do corante na amostra (3000 mg L⁻¹).

Com a utilização de um aparelho scanner de medição a laser, obteve-se a área foliar colhida de cada tratamento. Procedeu-se, então, à divisão do volume depositado pela área das folhas, obtendo-se, assim, a quantidade de calda em $\mu\text{L cm}^{-2}$ em cada extrato foliar, uma vez que se calculou a razão de deposição entre os volumes capturados no terço superior e inferior.

Ainda, executou-se a segunda metodologia, na qual, quatro hastes compostas de três suportes basais foram dispostas aleatoriamente na área central de cada parcela. Novamente, no arranjo de fileiras duplas tal atividade foi duplicada, visto os espaçamentos (0,25 m e 0,75 m entrelinhas). As hastes foram fixadas nas entrelinhas de forma que o posicionamento dos suportes representassem os terços, superior, médio e inferior das

plantas. Nos dois últimos, foram fixados cartões de papel pré-identificados, sensíveis à umidade e, depois de verificada as condições climáticas (próximas às anteriormente descritas) realizou-se a aplicação, apenas de água, seguindo o procedimento de operação do ensaio anterior.

Passados 30 segundos da aplicação, os cartões foram recolhidos e embalados em papel absorvente, separadamente, para que mais tarde fossem escaneados e avaliados pelo Programa Gotas 2.2 (Chaim et al., 2006), desenvolvido pela Embrapa. O software avaliou a densidade de gotas por cm^2 , cobertura (%) e diâmetro médio volumétrico (μm).

Na segunda safra, apenas a soja BMX Potência RR foi cultivada, em iguais condições experimentais, porém com população de 400 mil plantas por hectare. Por alteração, apenas da velocidade de deslocamento, foram testadas duas taxas de aplicação: 75 e 150 L ha^{-1} (12 e 6 km h^{-1} , respectivamente), aplicadas em faixas contínuas (metade da parcela para cada) utilizando apenas a metodologia descrita, anteriormente, com utilização de corante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando constatada significância, foram transformados (características da aplicação), e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade com a utilização do programa Sisvar (Ferreira, 2008).

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora as cultivares de soja utilizadas no experimento apresentem distintas arquiteturas de desenvolvimento, sendo BMX Potência mais compacta, não houve diferença do volume de calda depositado para extratos foliares de igual posição, observados os arranjos de plantas avaliados (Tabela 3.1). Resultado semelhante ao estudo de Moreira (2013), no qual os arranjos de plantas tradicional, linha dupla, adensado e cruzado, bem como a assistência de ar junto à barra de pulverização não influenciaram sobre os níveis de depósitos da pulverização.

Uma vez que a densidade de plantas por área é igual para os arranjos de plantas, visto cada cultivar, aparentemente, há uma compensação morfológica no desenvolvimento dessas, particular de cada distribuição espacial, a qual é refletida pela homogeneidade da avaliação de deposição de calda. Devido à plasticidade, a soja apresenta capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais e de manejo, por meio de modificações morfológicas, da arquitetura e dos componentes do rendimento. Essas

modificações podem estar relacionadas com a fertilidade do solo, população de plantas e espaçamento entrelinhas (Rambo et al., 2003; Vasquez et al., 2008).

Em situação de igual densidade por área, plantas distribuídas em arranjos perpendiculares e adensados aproveitam os espaços com maior eficiência, devido à menor competição intraespecífica. Em contrapartida, as que ficam dispostas em espaçamento mais distante concorrem em maior intensidade, visto maior concentração dessas na linha de plantio. Porém, há o benefício do crescimento lateral, normalmente imprimido pela ramificação, predispondo a folhagem ao maior contato com o volume pulverizado.

Tabela 3.1 Valores médios do volume de calda depositado e razão de deposição (S/I) em três extratos foliares das cultivares de soja Anta 82 RR e BMX Potência RR em diferentes arranjos de plantas com taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹

Arranjos	Volume de calda ($\mu\text{L cm}^{-2}$)							
	Anta 82 RR				BMX Potência RR			
	Superior	Médio	Inferior	(S/I)*	Superior	Médio	Inferior	(S/I)
Tradicional	0,40	0,10	0,10	4,00	0,39	0,19	0,11	3,55
Cruzado	0,41	0,12	0,10	4,10	0,47	0,19	0,14	3,36
Fileiras duplas	0,43	0,20	0,10	4,30	0,40	0,25	0,16	2,50
Adensado	0,47	0,18	0,08	5,88	0,48	0,18	0,13	3,69
CV(%)	21,3	40,9	27,2	35,1	19,2	43,1	31,8	34,5

*Relação de deposição de calda entre os extratos superior (S) e inferior (I).

O arranjo em fileiras duplas, nesse caso, enquadra-se contraditoriamente ao primeiro raciocínio, porém condizente ao segundo. Assim, devido à competição, a folhagem de posições inferiores compreendida no menor espaçamento entrelinhas, consideravelmente, retém menor volume de calda por cm^2 se comparada com a localizada entre o maior espaçamento, bem como ao arranjo adensado de igual distância, visto a densidade de plantas no sulco de semeadura. Contudo, a necessidade de coletar folhas nas duas posições, como forma de se obter dados médios de deposição de calda, é imprescindível. Nota-se, portanto, uma equivalência entre os arranjos de plantas, no que se refere ao ambiente para controle fitossanitário.

A deposição de calda, como esperado, foi numericamente maior para o extrato superior quando comparado às demais posições avaliadas. Comportamento esse, observado homogeneamente, para as duas cultivares. Cunha et al. (2010), avaliando os depósitos da pulverização em plantas de soja, observaram pequeno volume capturado pela folhas da parte inferior das plantas e ressaltaram a necessidade de técnicas que proporcionem incremento da deposição nas folhas dessa parte da planta.

A variabilidade entre cultivares de soja, no que tange à arquitetura de plantas, impõe barreiras distintas à penetração de gotas no dossel no momento da aplicação. A distribuição de gotas ao longo da planta depende da arquitetura de cada cultivar, já que as folhas da parte superior do dossel interceptam grande parte das gotas, o que impede que as folhas inferiores recebam quantidade adequada de ingrediente ativo (Debortili et al., 2012).

Por esse motivo, é necessário compreender a razão de deposição de calda. Essa por sua vez, não foi significativa para os distintos arranjos, no entanto está relacionada ao volume retido entre o terço superior e inferior a qual expressa a diferença na cobertura entre os terços do dossel da cultura. Valores menores indicam maior qualidade na distribuição de calda de pulverização ao longo da planta, sendo mais bem observados para a cultivar BMX Potência RR, possivelmente, devido à sua arquitetura mais compacta.

O aumento do espaçamento entrelinhas otimiza a eficiência dos programas de controle sobre o alvo, explicado pela maior exposição das folhas do terço médio e inferior à penetração e cobertura de gotas pulverizadas (Madalosso et al., 2010), bem como, aplicações realizadas antes do fechamento na cultura da soja, são melhores sucedidas, pois as condições são mais favoráveis para a penetração, com aumento da taxa de deposição no terço inferior (Ferreira, 2012).

No que diz respeito ao controle fitossanitário, a razão de deposição é uma informação útil. Além do conhecimento de cultivares de melhor arquitetura, podem ser identificados, também, arranjos, pontas de pulverização e taxas de aplicação que proporcionem melhor eficiência de controle, uma vez que as condições climáticas não podem ser negligenciadas.

Na maioria dos trabalhos relacionados à qualidade de aplicação fitossanitária, à medida que se reduz o espaçamento, bem como, o aumento da densidade de semeadura observam-se menores deposições de calda. A exemplo, o arranjo espacial de plantas alterou a deposição no terço inferior, com maior depósito na soja semeada em linhas cruzadas, sendo 79,5% maior em relação ao obtido no espaçamento de 0,30 m com utilização da cultivar BRS Valiosa RR em estágio reprodutivo de floração plena (Holtz et al., 2014).

A cultivar em questão se caracteriza pela densa folhagem e ramificação lateral, uma vez que apresenta hábito de crescimento determinado. Características essas que a diferencia das cultivares Anta 82 RR e BMX Potência RR, as quais apresentam arquiteturas mais eretas, compactas e de crescimento semi-determinado e indeterminado,

respectivamente. Não menos importante, deve-se ressaltar o estágio fenológico no momento da aplicação, que por sua vez, menos avançado, provavelmente favoreceu ao maior espaçamento, ainda que cruzado.

A realização da aplicação em estágio R5 (enchimento de grãos) de desenvolvimento se deu pela ocasião da realização de avaliações paralelas voltadas ao comportamento e controle de pragas. A maioria dos trabalhos voltados à avaliação de deposição de calda é realizada em estádios compreendidos entre pré-florescimento e sua plenitude, justificados pelo controle preventivo de doenças, como os expostos por Farinha (2009) e Moreira, (2013), dentre outros. Entretanto, o controle fitossanitário em estágio mais avançado é notoriamente mais complexo, uma vez que a maioria dos cultivares apresenta o dossel foliar já fechado, além do oportunismo de pragas como a lagarta falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* Walter, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae).

As características relacionadas à aplicação (densidade de gotas, cobertura e diâmetro médio volumétrico) não se diferiram para os arranjos de semeadura e extratos avaliados, confirmando assim, os resultados obtidos pela metodologia anteriormente praticada (Tabela 3.2). À medida que as gotas avançam para o extrato foliar inferior, diminuem em número e tamanho, consequentemente, proporcionam menor cobertura do alvo.

Antuniassi et al. (2004), também concluíram que a cobertura das folhas da soja foi influenciada significativamente pela posição da amostragem, com valores decrescentes para as partes mais baixas da planta, e que gotas muito finas propiciaram melhores coberturas nas partes médias e baixas das plantas. Portanto, é correto afirmar que quanto mais complexo for atingir o alvo, menores gotas deveriam ser produzidas de forma a propiciarem maior cobertura, observadas as variáveis climáticas.

Tabela 3.2 Valores médios da densidade de gotas (gotas cm⁻²), cobertura (%) e diâmetro médio volumétrico (µm) com taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹ para as cultivares de soja Anta 82 RR e BMX Potência RR em diferentes arranjos de plantas

Arranjos	Extrato médio ¹			Extrato inferior ¹		
	Gotas cm ⁻²	Cobertura (%)	DMV (µm)	Gotas cm ⁻²	Cobertura (%)	DMV (µm)
Anta 82 RR						
Tradicional	67,0	8,9	306,1	23,22	1,0 b	189,9
Cruzado	52,5	5,5	279,0	33,31	2,8 ab	207,1
Fileiras duplas	80,1	10,3	296,4	37,28	4,2 ab	245,2
Adensado	46,5	5,5	272,3	25,31	4,4 a	240,7
CV(%)	16,7	22,4	5,6	21,6	20,3	8,8

BMX Potência RR						
Tradicional	78,3	12,9	345,2	31,5	3,1	250,3
Cruzado	81,2	10,4	291,8	39,8	4,4	258,1
Fileiras duplas	106,2	12,2	311,0	37,7	4,6	248,5
Adensado	69,8	10,4	289,4	29,1	2,8	251,3
CV(%)	11,1	22,5	12,1	13,5	26,2	6,5

¹Dados transformados em: $\sqrt{x + 0,5}$;

O tamanho de gotas é um dos parâmetros mais importantes para o controle eficaz de pragas e doenças. Portanto, o espectro de gotas deve ter diâmetro mediano volumétrico suficiente para depositar no alvo, sem evaporar, a calda de pulverização com o produto (Yu et al., 2009). Wolf & Daggupati (2009), observando a penetração de gotas no dossel de soja com utilização de diferentes pontas de pulverização e espectros de gotas diversificados, relataram que a cobertura do alvo no terço inferior foi menor que 10%. Resultado esse, confirmado por este trabalho, visto a dificuldade de deposição de gotas.

De acordo com Matthews (1992), o número de gotas, em função da classe do produto fitossanitário utilizado, deve variar de 20 a 60 gotas por cm^2 de folha. Portanto, em ambos os extratos foliares avaliados foi suficientemente depositada a quantidade referida pelo autor a todos os arranjo de plantas testados.

A variação da taxa de aplicação não foi significativa nos extratos superiores, uma vez que diferiu no dossel inferior das plantas de soja da cultivar BMX Potência RR (Tabela 3.3).

Se observadas as deposições de calda para essa cultivar, entre as safras agrícolas, notam-se variações entre extratos de igual posição. Esse fato pode ser explicado devido às diferentes populações de plantas utilizadas (Tabelas 1 e 3). Quanto maior o espaçamento e menor população de plantas, maior a penetração de gotas, uma vez que o incremento no volume de pulverização aumenta o número de gotas cm^{-2} (Fiorin, 2009).

Boschini et al. (2008) avaliando a deposição de calda em plantas de soja espaçadas de 0,45 cm com utilização de diferentes pontas de pulverização e taxas de aplicação crescentes verificaram que o aumento dos volumes de calda propiciaram maiores deposições, nos diferentes extratos das plantas. O aumento do número de gotas por área foliar em razão do volume de calda aplicado foi observado por Limberger (2006) na cultura do feijão, no qual maiores taxas propiciaram melhor cobertura, independentemente da ponta de pulverização utilizada.

Maiores coberturas proporcionadas pelo aumento da taxa de aplicação podem implicar em melhor eficiência para produtos de contato, uma vez que geram maior custo

financeiro e menor autonomia de aplicação. Entretanto, a aplicação de menores volumes de calda exige aprimoramento técnico, pois menor quantidade de gotas poderá ser produzida aliada à maior concentração de princípio ativo e, conseqüentemente, maior risco ambiental.

Tabela 3.3 Valores médios do volume de calda depositado cm^{-2} com taxas de aplicação de 75 e 150 L ha^{-1} em três extratos foliares (superior, médio e inferior) da cultivar de soja BMX Potência RR em diferentes arranjos de plantas

Taxas (L ha ⁻¹)	Volume de calda capturado (μL cm ⁻²)*				Média
	Tradicional	Cruzado	Fileiras duplas	Adensado	
Extrato Superior					
75	0,42	0,42	0,32	0,35	0,38 a
150	0,67	0,63	0,59	0,69	0,65 a
Média	0,55 A	0,53 A	0,46 A	0,52 A	
Extrato Médio					
75	0,28	0,18	0,18	0,16	0,20 a
150	0,36	0,39	0,33	0,34	0,36 a
Média	0,32 A	0,29 A	0,26 A	0,25 A	
Extrato Inferior					
75	0,11	0,13	0,11	0,10	0,11 b
150	0,33	0,29	0,34	0,27	0,31 a
Média	0,22 A	0,21 A	0,23 A	0,19 A	

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, em mesmo extrato foliar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV1, 2 e 3(%) extrato superior: 23,8; 55,0 e 24,9, respectivamente; CV1, 2 e 3(%) extrato médio: 24,7; 125,8 e 33,7, respectivamente; CV1, 2 e 3(%) extrato inferior: 32,4; 38,1 e 25,8, respectivamente.

6.4 CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que:

1. Arranjos de plantas em igual população por área propiciam semelhante ambiente para controle fitossanitário, visto à plasticidade das cultivares;
2. A melhor deposição de calda em extratos inferiores deve ser efetuada com aplicações que produzam gotas de menor espectro;

3. Para controle de doenças e pragas localizadas em posições inferiores das plantas, o aumento da taxa de aplicação, até certo volume, implica em melhor cobertura do dossel.

6.5 REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, A. P. O.; ROMAGNOLE, H. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SINTAG, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. SP. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p. 48- 51.

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

CHAIM, A.; CAMARGO NETO, J.; PESSOA, M. C. P. Y. **Uso do programa computacional Gotas para avaliação da deposição de pulverização aérea sob diferentes condições climáticas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 18p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).

CUNHA, J. P. A. R.; COELHO, L.; CORSINO ARAÚJO, R. G. Spray nozzle and adjuvant effects on fungicidal control of soybean Asian rust. **Interciência**, Caracas, v. 35, p. 765- 768, 2010.

CUNHA, J. P. A.; REIS, E. F. dos; SANTOS, R. de O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

DEBORTOLI, M. P.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; FAVERA, D. D.; STEFANELLO, M. T.; PINTO, F. F.; UEBEL, J. D. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem asiática da soja em cultivares com diferentes arquiteturas de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 7, p. 920-927, 2012.

FARINHA, J. V.; MARTINSI, D.; COSTA, N. V.; DOMINGOSI, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

FERREIRA, M. C. **Critérios para o início das aplicações de fungicida e desempenho de pontas de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja**. 2012. 105f. (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

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, SP. **Artigos...** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 1CD ROM.

FIORIN, R. A. **Penetração de gotas e rendimento de grãos em função do arranjo de plantas, cultivares e volume de calda na cultura da soja**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

HEITHOLT, J. J.; FARR, J. B.; EASON, R. Planting configuration x cultivar effects on soybean production in low-yield environments. **Crop Science**, Madison, L v. 45, p. 1800-1808. 2005.

HOLTZ, V.; COUTO, R. F.; OLIVEIRA, D. G.; REIS, E. F. 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.

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

LIMA, P. R. F.; MACHADO NETO, J. G. Otimização da aplicação de fluazifop-p-butil em pós-emergência na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 85-95, 2011.

LIMBERGER, A. R. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume aplicado, na cultura do feijão**. 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2006.

MADALOSSO, M. G.; DOMINGUES, L. S.; DEBORTOLI, M. P.; LENZ, G.; BALARDI, 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.

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

MOREIRA, C. A. F. D. **Depósitos de pulverização em diferentes sistemas de semeadura de soja no manejo da ferrugem asiática**. 2013. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2013

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

PALLADINI, L.A.; Raetano, R.; Velini, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p.440-445, 2005.

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, p. 405-411, 2003.

SANTOS, J. M. F. Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 2003, Catanduva. **Anais...** Catanduva: Instituto Biológico, 2003. p. 69-113.

SCUDELER, F.; FUGIKAWA, L. H.; RAETANO, C. G. Influência do tipo de ponta de pulverização e do volume de aplicação na deposição do traçador cobre na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, 2004, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: Unesp, 2004, p. 179-182.

VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VIANA, R. G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. 2006. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

WOLF, R. E.; DAGGUPATI, N. P. Nozzle type effect on soybean canopy penetration. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 25, p. 23-30, 2009.

YU, Y.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; KRAUSE, C. R. Evaporation and deposition coverage area of droplets containing insecticides and spray additives on hydrophilic, hydrophobic, and crabapple leaf surfaces. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 52, p. 39-49, 2009.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Operacionalmente, a implantação de arranjos adensado e cruzado é mais onerosa, pois há necessidade de se efetuar o dobro de linhas de semeadura se comparadas aos demais (tradicional e fileiras duplas), ou seja, há uma maior demanda de trabalho por máquinas e implementos agrícolas.

Embora o arranjo espacial de plantas adensado mostre-se promissor frente aos demais, há o inconveniente de maior infestação de lagartas em estádios avançados das plantas, o que pode comprometer a eficácia de controle, visto a densidade vegetativa e a dificuldade de amostragem desses insetos por pano de batida. Ainda, a amostragem de

insetos e outros artrópodes-praga por esse método, em arranjos não tradicionais, deve ser reconsiderada, uma vez que tal ferramenta pode ficar sobreposta às linhas de semeadura adjacentes resultando em contagem subestimada acarretando em prejuízos ao produtor rural.

Resultados de produtividade semelhantes ao arranjo tradicional conferem ao arranjo de plantas dispostas em fileiras duplas, algumas vantagens ao implantá-lo, como a aparente e maior facilidade de controle fitossanitário. Porém, a avaliação de deposição de calda nos distintos extratos da planta, para esse arranjo, deve ser analisada criteriosamente. Aparentemente, um lado das plantas, o qual se encontra no maior espaçamento (entre fileiras duplas) poderá apresentar cobertura satisfatória, o que provavelmente não será visualizado no menor espaçamento (na fileira dupla), podendo comprometer a eficácia da referida operação agrícola.