

## AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA SOJA NO SISTEMA DE PLANTIO EM LINHA E CRUZADO

Eloisa Lorenzetti<sup>1</sup>, Derek Douglas Bonacio<sup>2</sup>, Alfredo José Alves Neto<sup>1</sup> e Elizana Lorenzetti Treib<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon – PR, Rua Pernambuco, 1777 - Centro, CEP: 85960-000, Fone: +55(45) 32847878, E-mail: eloisa-lorenzetti@hotmail.com; alfredo.alves.neto@hotmail.com

<sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Toledo – PR, Avenida da União, 500 - Jardim Coopagro, CEP: 85902-532, Fone: +55(45) 32778600, E-mail: derekdoug@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Positivo – UP, Departamento de Biotecnologia, Campo Comprido, Curitiba – Paraná – Brasil, Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, Número 5300, CEP: 81280-330, Fone: +55(41) 33173000, Fax: +55(41) 33173000, E-mail: elizana\_lorenzetti@hotmail.com

*RESUMO: Uma das atividades de crescimento muito expressivo e de grande importância comercial é a produção da soja, possui uma grande adaptação em ambientes diversos e alta produtividade de grãos quando se encontra em ambientes propícios para a cultura. Levando em consideração sua importância e buscando novas maneiras de incremento na produção o objetivo deste trabalho foi avaliar características agrônomicas e a produtividade da soja cultivada em semeadura cruzada e em linhas, com diferentes populações. Para isso foram avaliados o número de vagens, números de grãos por vagens e a produtividade. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), distribuídos em um arranjo fatorial 2X3 sendo utilizando o arranjo cruzado e o arranjo em linhas e 3 densidades populacionais (20, 30, 40 plantas m<sup>-2</sup>). O Número de vagens por planta foi favorecido com a diminuição da densidade de plantas e a semeadura em linha. O número de grãos por vagem não varia em função do arranjo ou da população de plantas. O arranjo em linha proporciona maior produtividade para a cultivar testada. A população de plantas, nos valores avaliados, não influenciou a produtividade. Conclui-se que o arranjo interfere na produtividade e no número de vagens por planta, enquanto que a população de plantas interfere apenas o número de vagens por planta.*

*PALAVRAS-CHAVE: arranjo espacial de plantas, Glycine max, densidade populacional.*

## EVALUATION OF PRODUCTIVITY IN SOYBEAN CULTIVATION IN THE SYSTEM OF ON-LINE AND CRUSHED PLANTING

*ABSTRACT: One of the very strong growth of activities and commercial importance is the soybean production. Taking into account its importance and seeking new forms of production gains the aim of this study was to evaluate the agronomic characteristics and productivity of soybean in sowing and cross lines with different populations. We evaluated the number of pods, grain numbers per pod and productivity. The experimental design was a randomized block design (RBD), distributed in a 2X3 factorial arrangement and spacing between lines (0.45 m) and three population densities (20, 30, 40 plants m<sup>-2</sup>) using the cross arrangement and the arrangement of lines. The number of pods per plant is enhanced with decreasing plant density and planting line. The number of pods per grain does not vary depending on the arrangement or plant population. The line arrangement provides greater productivity to cultivate tested. The population of plants, in the assessed values did not influence productivity. It follows that the arrangement interferes with the productivity and the number of pods per plant, while the population of plants interferes only the number of pods per plant.*

*KEY WORDS: spatial arrangement of plants, Glycine max, population density.*

## INTRODUÇÃO

Com o aprimoramento no manejo da cultura, pode ser alcançado um aumento na produção de grãos. Dentre as práticas de manejo estão o arranjo espacial das plantas, pois pode interferir significativamente a velocidade de fechamento na entre linhas (Heiffig et al., 2006).

A disponibilidade de radiação solar do período de cultivo é diretamente influenciada pelo resultado da atividade fotossintética, que é o resultado do acúmulo da matéria seca ao longo de seu ciclo de vida (Embrapa, 2008).

A interceptação de radiação solar ocorre em função do índice de área foliar (IAF) e do coeficiente de extinção luminosa ( $k$ ) (Pengelly et al., 1999). O coeficiente de extinção é a fração de radiação extinta ao longo do dossel vegetativo, devido a menor incidência luminosa. Assim, será inversamente proporcional a relação entre a penetração de luz no dossel. O maior sombreamento é alcançado quando o dossel se torna mais denso, assim ocorre uma diminuição na penetração da luz, conseqüentemente aumento do valor de  $k$  (Casaroli et al., 2007).

Existe uma nova forma sendo implementada no Brasil e no exterior, chamada semeadura cruzada, que tem como o objetivo o aumento na densidade de plantas de soja na mesma área, sem que ocorra a concentração demasiadamente de plantas na mesma linha de semeadura, o que acarretaria em competição intraespecífica muito intensa. Na semeadura cruzada, o produtor realiza uma operação de semeadura posicionando metade das sementes e, em seguida, realiza outra operação similar no sentido perpendicular à primeira, o que faz com que a área apresente uma forma de “grade ortogonal” após a emergência das plantas de soja (Balbinot Junior et al., 2012).

Para a melhor utilização dos recursos do ambiente reduzindo o espaçamento entre linhas mantendo-se a população adequada, com isso favorecendo uma rápida cobertura do solo e conseqüentemente, alta interceptação de radiação solar no início do ciclo ocorrendo assim o domínio da cultura sobre as plantas daninhas no processo de interferência, ocorrendo a redução e a menor disponibilidade para outras espécies que podem estar em possível competição, desse modo favorecendo a sua competitividade para com as outras plantas daninhas (Procópio et al., 2012).

De acordo com Knebel et al., (2006), *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* apresentam menor severidade com a redução do espaçamento e da população, assim, ambientes fechados, pode ajudar no aparecimento de algumas doenças.

Por inda não existir informações sobre uma densidade adequada de sementes por hectare, ela poderá ainda variar, mudando a cultivar semeada, mudando a região, fertilidade e época de semeadura. Contudo, apesar de alguns aspectos negativos que essa técnica pode aparentemente ocasionar, o Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB), desperta grande atenção com o aprimoramento desta técnica por haver grandes chance de aumentar, de forma aplausível, a produtividade da soja, pois em lavouras de altas produtividades esta técnica nos mostra que em plantios tradicionais as plantas não estão captando adequadamente a energia que se encontra disponível e que é tão necessária para o aumento da produtividade atual.

O objetivo deste estudo foi avaliar as características agronômicas e produtividade da soja cultivada em semeadura cruzada e em linhas, com diferentes populações.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade no município de Tupãssi - Paraná, durante o ano agrícola de 2015/2016 no período da safra de verão, situando-se em uma latitude sul 24° 37' 09.3" e a oeste em 57° 23' 22.63" com uma altitude de aproximadamente 540 m (Caviglione et al., 2000).

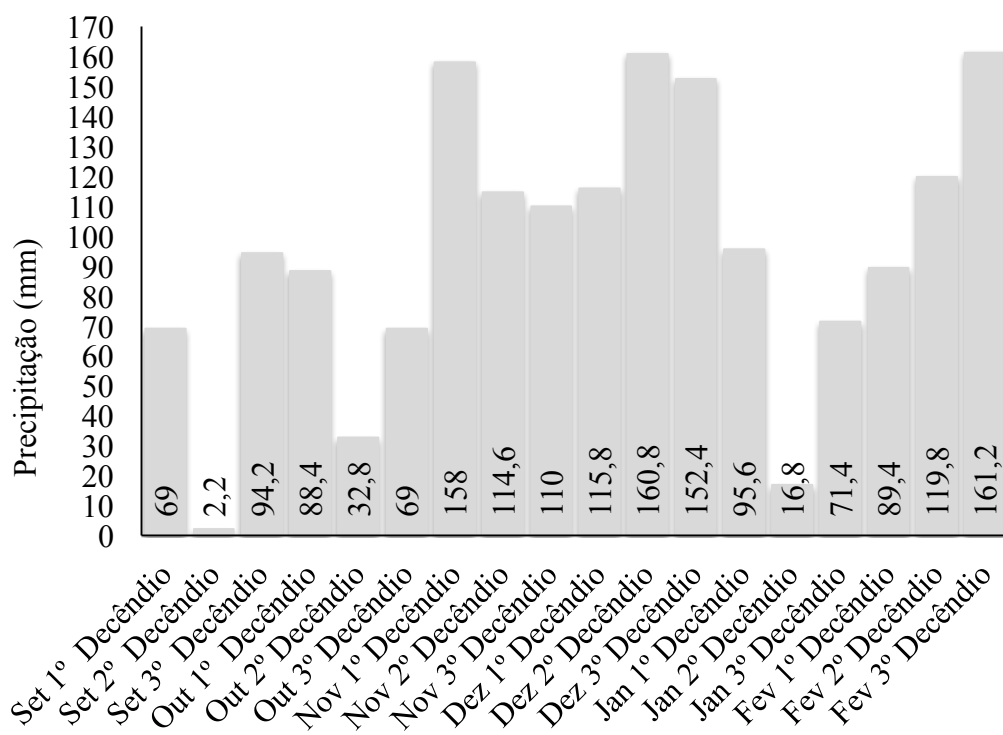
O solo foi classificado como sendo um Latossolo vermelho eutroférico (Santos et al., 2013) no qual foram feitas amostras de solo significativas na camada de 0,0 - 0,20 m com o auxílio de um trado manual. As amostras foram coletadas no formato de um x e posteriormente homogeneizadas e enviadas para um laboratório de análise de solo, onde foram feitas análises físicas e químicas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Análise química e física de LATOSSOLO VERMELHO distroférico nas camadas de 0,0 — 0,20 m do experimento com a cultura da soja 5909 RR, na safra 2015/2016

Profundidade (m)	MO (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	pH CaCl <sub>2</sub>	H+AL _____	AL <sup>3</sup> _____ cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	Mg <sup>2</sup> _____	Ca _____	K _____
0,0—0,20	43,40	16,31	5,10	5,76	0,00	2,53	5,76	0,41
<b>Composição granulométrica</b>								
Areia			Silte			Argila		
%								
17,50			15,00			67,50		

Nota: P,K, – Extrator Mehlich I; Al, Ca e Mg = KCl 1mol L<sup>-1</sup>; H + Al = pH SMP (7,5).

Durante o período da condução do experimento foi detectado as informações meteorológicas (Figura 1).



**Figura 1** - Dados decêndiais de precipitação pluviométrica acumulado em milímetros (mm) para o período de condução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), distribuídos em um esquema fatorial 2X3 sendo um espaçamento entre linhas de (0,45 metros) e 3 densidades populacionais (20, 30, 40 plantas  $m^{-2}$ ), utilizando o arranjo cruzado e o arranjo em linhas, com quatro repetições totalizando assim 24 parcelas. As parcelas foram delimitadas pela largura da semeadora e pela configuração das linhas, com duas passadas por parcela, tendo como largura e comprimento de 8,55 m por parcela.

Utilizou-se a cultivar 5909 RR de ciclo médio, crescimento indeterminado, tolerante ao acamamento. Antes da semeadura as sementes foram tratadas com fungicida, Carbendazim + Thiram (200 mL 100  $Kg^{-1}$  de semente), conforme recomendação do fabricante, objetivando proteger a cultura de doenças incidentes no estágio inicial de desenvolvimento das plantas.

O experimento foi instalado no dia 15/09/2015 com dessecação utilizando o herbicida glifosato potássico (2,48 L  $ha^{-1}$  do produto comercial) e no dia 24/09/2015 foi realizada a semeadura da soja, com uma adubação de base de 247,93  $Kg ha^{-1}$ , do formulado 04-24-16 (NPK).

Posterior a emergência de plantas, foi realizado um raleio manual de plântulas, visando manter a quantidade desejada de plantas por metro quadrado, conforme o tratamento anteriormente descrito.

Seguindo a condução da cultura realizou-se uma aplicação de sal de issopropilamino ( $2,06 \text{ L ha}^{-1}$ ), para o controle de plantas daninhas, sendo a aplicação realizada no estágio V2 (segundo nó, primeiro trifólio aberto).

Para o controle de pragas, e insetos foram utilizados inseticidas Lambda Ciabotrina + Tiametoxam ( $200 \text{ mL ha}^{-1}$ ) e Clorantraniliprole ( $40 \text{ mL ha}^{-1}$ ).

De maneira preventiva contra possíveis surgimentos de doenças, foram utilizados os produtos Estrobilurina “picoxistrobina” e Triazol “Ciproconaole” na dose de  $300 \text{ mL ha}^{-1}$  + Óleo mineral parafínico na dosagem de  $1000 \text{ mL ha}^{-1}$ , em estágio R3 (início da formação das vagens). Na segunda aplicação, foram utilizados os produtos Estrobilurina “Trifloxistrobina” + Protiocanazol “Triazolintiona” na dosagem de  $400 \text{ mL ha}^{-1}$  + Adjuvante “Èster metílico de óleo de soja” na dose de  $412 \text{ mL ha}^{-1}$ , realizado 19 dias após a primeira aplicação.

As dosagens foram seguidas conforme recomendadas pelos fabricantes, produtos estes registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Todas as aplicações dos agroquímicos na dessecação, controle de plantas daninhas no pós emergência, fungicidas, e inseticidas, foram efetuadas por meio de um pulverizador de arrasto tratorizado. Em todas as aplicações foram usados  $165 \text{ L ha}^{-1}$  de calda.

Para a contagem de número de vagens por planta, foram coletadas em sequência dez plantas no centro da parcela de cada tratamento no estágio R8 (maturação plena).

Foram contabilizados o número de vagens que se encontrava com um, dois, três e quatro grãos por vagem, e utilizadas as mesmas dez plantas da avaliação do número de vagens.

Para avaliar a produtividade, coletou-se manualmente uma área útil de cinco metros de comprimento, e  $1,80 \text{ m}$  (quatro linhas) de largura no meio de cada parcela, após para a debulha com o auxílio de uma trilhadora, acionada pela tomada de força do trator, a qual simulando o funcionamento de uma colhedora automotriz. Os grãos foram submetidos a avaliação de massa em balança de precisão.

A análise estatística foi realizada pelo *software* estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2011), por meio da análise de variância e posterior teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o número de vagens por planta, conforme mostra a tabela 2, a semeadura cruzada nas diferentes populações avaliadas (20, 30 e 40 plantas  $m^{-2}$ ) não apresentou diferença estatística a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de médias tukey, enquanto que, na semeadura em linha, a população 20 plantas  $m^{-2}$  diferiu estatisticamente das populações 30 e 40 plantas  $m^{-2}$ , sendo, portanto, a população que entre as testadas para a semeadura em linha, apresentou maior número de vagens por plantas.

Verificou-se, portanto, que o número de vagens por plantas decresceu com o aumento da população, provavelmente devido a maior competição em populações mais adensadas. Essa maior competição por luz e uma menor disponibilidade de fotoassimilados, faz com que a planta diminua o número de ramificações e assim terá menor número de nós, sendo que esses nós, desenvolvem as gemas reprodutivas, o que demonstra que um menor número de ramificação leva a uma consequente queda do número de nós potenciais e consequente diminuição do número de vagens (Board e Settini, 1986). Diante disso, nas densidades de semeadura menores, o maior número de vagens é explicado pelo aumento no número de ramificações o que determina um maior potencial de nós e um maior número de vagens por plantas.

De acordo com Peixoto et al. (2000) e o número de vagens por planta é um dos componentes de produção que mais colabora na tolerância à variação na população. Variações no número de vagens por planta em função da densidade de semeadura foram observados também em trabalhos realizados por Mauad et al. (2010); Peixoto et al. (2000) e Tourino et al. (2002).

De acordo com Heiffig et al. (2005), o componente do rendimento mais influenciado pela densidade de plantas é o número de vagens por planta possuindo variação inversa ao aumento ou redução da população, justamente o que foi verificado neste estudo. Ou seja, em baixa densidade, as plantas de soja tendem a emitir maior quantidade de ramos, aumentando o número de vagens por planta, compensando a menor quantidade de indivíduos por área pela maior produção por planta.

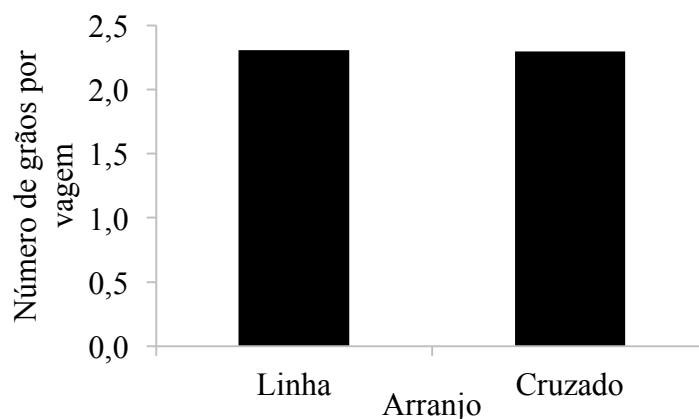
Quanto ao número de vagens por plantas nos arranjos, para as populações 30 e 40 plantas  $m^{-2}$ , foi verificado a diferença significativa entre os arranjos em linha e cruzado, a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de média Tukey. Já para a população 20 plantas  $m^{-2}$  o arranjo em linha mostrou-se mais eficiente diferindo estatisticamente do arranjo cruzado na mesma população. Assim, o arranjo simples demonstrou maior número de vagens por plantas quando comparado ao arranjo cruzado na população 20 plantas  $m^{-2}$  (Tabela 2).

**Tabela 2** - Número de vagens por plantas de soja em função da densidade de semeadura e arranjo

População	Arranjo	
	Linha	Cruzado
20	79 aA <sup>1</sup>	51 aB
30	47 bA	44 aA
40	39 bA	38 aA

Nota: <sup>1</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo Teste tukey a 5% de probabilidade.

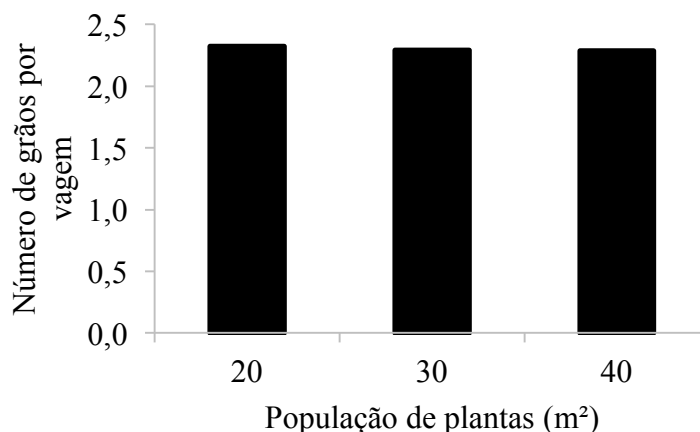
Em relação ao número de grãos por vagem em função do arranjo, não houve diferença estatística entre a arranjo em linha e cruzado conforme a Figura 2. Uma explicação para este resultado seria o fato de a maioria das cultivares passarem por seleção para formar dois ou três óvulos por vagem (Navarro Junior e Costa, 2002).

**Figura 2** - Número de grãos por vagem de plantas de soja em função do arranjo.

Silva et al. (2015) estudando a semeadura cruzada na cultura da soja não obtiveram diferença significativa para o número de grãos por vagem já que não variaram do plantio em linha, assim como encontrado neste estudo.

Embora seja uma prática adotada por alguns produtores recentemente no Brasil, não existem informações sobre a influência da semeadura cruzada nos componentes de produção e rendimento de grãos (Lima et al., 2012).

De acordo com a Figura 3, para o número de grãos por vagem nas populações de plantas 20, 30 e 40 plantas m<sup>-2</sup>, não se observa a diferença estatística.



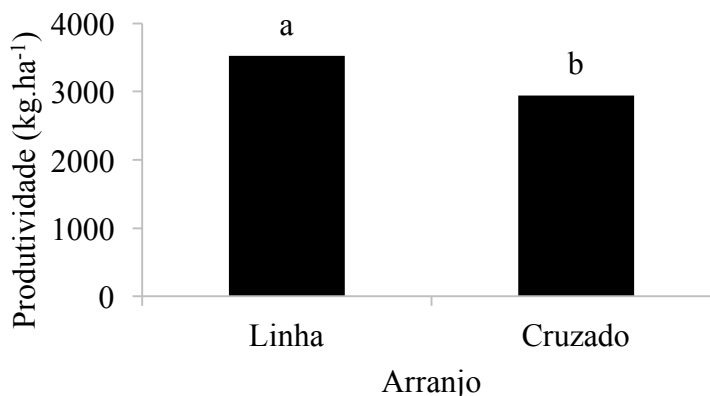
**Figura 3** - Número de grãos por vagem de plantas de soja em função da população de plantas.

Freitas et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes em estudo realizado com densidade populacional (10, 12 e 14 plantas em linha) em seis linhagens de soja e quatro cultivares comerciais onde a densidade de plantas não teve influência sobre a produtividade de grãos dos genótipos avaliados.

Segundo Procópio et al. (2012) uma forma de elevar a produtividade a curto prazo pode ser a utilização de um arranjo espacial adequado, porém segundo os mesmos autores, esse aumento ocorre juntamente com o emprego de práticas agrícolas que permitam a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja. Muitos fatores devem ser levados em consideração quando falamos de produtividade e arranjo de plantas, alguns deles são: a cultivar, a região, fertilidade do solo e época de semeadura, fatores estes que poderiam ter influenciado os resultados obtidos deste estudo.

Conforme figura 4, o plantio em linha apresentou-se diferente estatisticamente quando comparado ao plantio cruzado, ou seja, maior produtividade foi atingida quando utilizado o arranjo em linha. Este resultado pode ter ocorrido devido ao aumento do auto sombreamento das folhas de soja, o que acelera a senescência da parte baixeira das plantas. Outro fator que pode ter influenciado na menor produtividade da soja em arranjo cruzado é o fato de o fungicida e inseticidas utilizados terem sua interceptação reduzida, já que este tipo de arranjo promove formação de lavouras muito fechadas, o que dificulta a chegada dos produtos nas folhas mais próximas ao solo. O não controle de pragas e doenças implica no aumento dos danos causados por esses fatores, o que interfere diretamente na redução da produtividade. (Lima et al., 2012).





**Figura 4** - Produtividade de plantas de soja em função do arranjo.

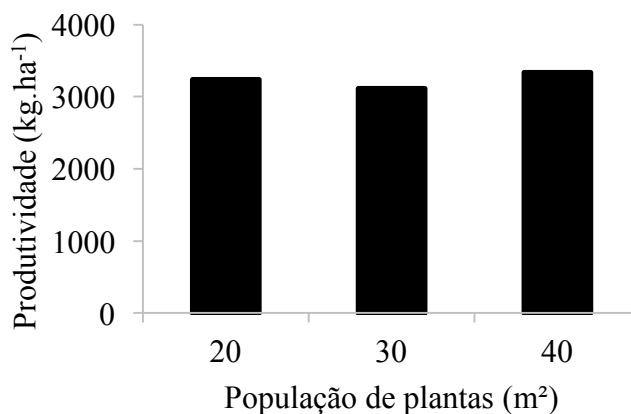
Segundo Balbinot Junior et al. (2013) em experimento conduzido em Londrina nas safras 2011/2012 e 2012/2013, com diferentes cultivares de soja em semeadura cruzada e em linha, não foram observados ganhos de produtividade com o uso do arranjo cruzado, sendo que para a cultivar BRS 360 RR, cultivada na safra 2012/2013, a produtividade de grãos mostrou-se inferior no arranjo cruzado do que em linha. Em outro estudo na cidade de Campo Mourão – Paraná, na safra 2011/2012 o arranjo cruzado também não resultou em aumento da produtividade. Esses resultados corroboram com o encontrado no presente estudo.

A grande capacidade que a soja possui de ocupar o espaço de forma rápida através da emissão de novos ramos, pode ter sido um fator que contribuiu para os resultados obtidos. Assim como evidenciado neste trabalho, Balbinot Júnior et al. (2012) e Procópio et al. (2012) verificaram que a semeadura cruzada não foi uma prática relevante para se alcançar maiores produtividades de grãos de soja. Holtz et al. (2014) também não obtiveram ganho de produtividade com o uso da semeadura cruzada.

Além de não proporcionar aumento na produtividade da soja, conforme visto neste trabalho, segundo Balbinot Junior et al. (2012) o arranjo cruzado ainda pode levar a outros problemas como: aumentar a compactação, já que há o dobro de trânsito de máquinas; reduzir o rendimento operacional; contribuir com o processo de erosão, visto que uma das linhas de semeadura apresenta sentido contrário as curvas de nível; aumentar o revolvimento do solo; e levar à alta competição intraespecífica.

Conforme se observa na figura 5, não houve diferença estatística da produtividade nas populações de plantas testadas, não havendo, portanto, uma população de plantas, entre as testadas, capaz de elevar significativamente a produtividade. Possivelmente a falta de diferença estatística pode ter ocorrido porque esta cultivar pode ser capaz de compensar

elevando a produção por planta quando o estande se apresenta mais baixo do usual recomendado. Pode-se verificar diante do exposto que a utilização de maior quantidade de semente por metro quadrado não eleva a produtividade e eleva os custos do agricultor não sendo, portanto, uma alternativa eficaz.



**Figura 5** - Produtividade de plantas de soja em função da população de plantas.

Segundo Nakagawa et al. (1988), os maiores rendimentos da soja eram obtidos com 350.000 plantas ha<sup>-1</sup>, o que tem mudado em função dos avanços nos sistemas de semeadura, cultivares utilizadas, capacidade produtiva, adoção de práticas conservacionistas, regime de chuvas, data de semeadura, entre outros fatores. Para a cultivar utilizada neste experimento (5909 RR) o fabricante recomenda de 280.000 a 340.000 plantas ha<sup>-1</sup> o que pode variar de dependendo dos fatores mencionados anteriormente.

Assim como encontrado neste estudo, em trabalho realizado por Balbinot Junior et al. (2012) a produtividade de grãos de soja não foi afetada pela densidade de semeadura. Tourino et al. (2002) também não encontraram efeito significativo da densidade de plantas nas linhas sobre a produtividade da soja CAC-1.

Para obtermos produtividade considerável na cultura da soja é muito importante que a quantidade de água disponível seja adequada. A demanda hídrica da soja fica entre 450 a 850 mm, variando de acordo com as condições e local em que as plantas se encontram (FRANKE, 2000). Durante a realização do trabalho, a quantidade de chuva no ciclo da cultura ultrapassou a quantidade recomendada.

Na germinação emergência (VE-VC) e floração-enchimento de grãos (R1-R6) são os momentos em que a água é fundamental. Na germinação emergência tanto o excesso quanto a

falta são prejudiciais ao estabelecimento da cultura e uniformidade na população de plantas, sendo que o excesso hídrico é mais limitante que o déficit. Para que ocorra uma boa germinação, a semente de soja precisa absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água e essa absorção não deve exceder 85% (EMBRAPA, 2008).

Diante disso, durante a realização do trabalho a quantidade de água quando as plantas estavam no estágio germinação emergência (VE-VC) foi adequada, não acarretando em danos a cultura.

Durante a floração quando as plantas estavam no Início do florescimento (estádio R1) e no Florescimento pleno (estádio R2) a quantidade de chuva foi adequada, ficando muito próxima a quantidade ideal de água, ou seja 7 a 8 mm/dia. No período de enchimento de grãos, durante o início da formação da semente ou granação (estádios R5.1 e R5.2) a quantidade de chuva foi ideal, porém, durante os estádios R5.3 e R5.4, houve um déficit hídrico com valores de chuva muito abaixo do ideal. Este déficit hídrico registrado pode ter contribuído para o abortamento de vagens (aumento da síntese de etileno) resultando em redução do rendimento de grãos. Nos estádios R5.5 e R6 (granação plena ou semente desenvolvida) a quantidade de chuva apresentou-se ideal, não causando mais danos.

## CONCLUSÃO

O número de vagens por planta foi favorecido com a diminuição da densidade de plantas e a semeadura em linha. O número de grãos por vagem não variou em função do arranjo ou da população de plantas. A semeadura em linha proporcionou maior produtividade para a cultivar testada. A população de plantas, nos valores avaliados, não influenciou a produtividade.

## REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCOPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. **Semeadura cruzada na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 98). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/967206/1/CT98.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2016.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; PANISON, F. Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja – cultivar de hábito determinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012., Cuiabá. **Anais**. Cuiabá, MT, 2012. p.1-4.

BORD, J.E.; SETTIMI, J.R. Photoperiodo effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, p.995-1002, 1986.

CASAROLI, D.; FAGAN, E.B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A.; DOURADONETO, D.; VAN LIER, Q.J.; MULLER, L.; MARTIN, T.N. Solar radiation and physiologic aspects in soybean - a review. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, p.102-120, 2007.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORO, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261p. (Embrapa Soja. Sistema de produção 15). Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2016.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento Ciências Exatas, 2000. 66p.

FRANKE, A.E. Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, Brasília, 2000.

FREITAS, M.C.M.; HAMAWAKI, O.T.; BUENO, M.R.; MARQUES, M.C. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFU de ciclo semitardio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.5, p.698-708, 2010.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

HEIFFIG, L.S.; CAMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais. **Revista de Agricultura**, v.80, p.188-212, 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.

KNEBEL1, J.L.; GUIMARÃES, V.F.; ANDREOTTI, M.; STANGARLIN, J.R. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agrônômicos em soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.385-392, 2006.

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

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

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R.; ROSOLEM, C.A. Efeito da densidade de plantas no comportamento de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.9, p.1003- 1014, 1988.

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.

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

PENGELLY, B.C.; BLAMEY, F.P.C.; MUCHOW, R.C. Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.63, p.99-112, 1999.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; NEUMAIER, N.; PANISON, F., Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja: cultivar de hábito indeterminado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá, MT, 2012. p.1-4.

SANTOS, H.G. dos., JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos.; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIRA, J.A. de; CUNHA, T.J.F; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos).

SILVA, R.L.; VAZQUEZ, G.H.; NAKARO, A.H.; CENTENO, D.C. Semeadura em linhas cruzadas na cultura da soja: características da planta e produtividade de grãos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.1, p.33-38, 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.