

Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas

Cross-sowing system in soybean crop: advances and perspectives

Bruno G.R Rocha¹, Hugo T.R Amaro^{1*}, Edson M.V Porto¹, Charles C. Gonçalves²,
Andréia M.S.S David³ e Elen B. Lopes¹

¹ Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, Depto de Ciências Agrárias, Campus Paracatu, CEP 38600-000, Paracatu, MG, Brasil

² Destilaria Vale do Paracatu Agroenergia S.A – DVPA, CEP 38600-000, Paracatu, MG, Brasil

³ Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, Depto de Ciências Agrárias, Campus Janaúba, CEP 39440-000, Janaúba, MG, Brasil

(*E-mail: hugo.amaro@unimontes.br)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17260>

Recebido/received: 2017.10.13

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.11.21

Aceite/accepted: 2017.11.22

RESUMO

Nos últimos anos alguns produtores de soja vêm testando uma técnica de semeadura denominada "Semeadura Cruzada". A adoção da semeadura cruzada na cultura da soja pode representar uma alternativa viável para os produtores. O presente trabalho objetivou-se analisar o sistema de semeadura cruzada na cultura da soja, verificando o grau de tecnologia adotada pelos produtores e os resultados alcançados pela adoção da técnica nas áreas de produção. A metodologia utilizada foi a Revisão de Literatura, realizando uma análise detalhada sobre a importância da cultura da soja para o agronegócio brasileiro, bem como seu crescimento e desenvolvimento no ambiente de produção agrícola para melhor compreensão do sistema de semeadura cruzada. Diante destas considerações, destaca-se que o sistema de semeadura cruzada é uma técnica promissora. Entretanto, novos experimentos devem ser conduzidos verificando as reais respostas deste novo arranjo de plantas, atendendo as particularidades de cada produtor.

Palavras-chave: Arranjo de plantas, *Glycine max* (L.) Merrill, Sistemas de produção.

ABSTRACT

In the last few years some farmers of soybeans have been testing a sowing technique called "Cross Sowing". The adoption of cross-sowing in soybean cultivation may represent a viable alternative for producers. The objective of this study was to analyze the cross-sowing system in the soybean crop, verifying the degree of technology adopted by the producers and the results achieved by the adoption of the technique in the production areas. The methodology used was the Literature Review, performing a detailed analysis on the importance of the soybean crop for Brazilian agribusiness, as well as its growth and development in the agricultural production environment for a better understanding of the cross sowing system. In view of these considerations, it is worth noting that the cross-sowing system is a promising technique. However, new experiments should be conducted verifying the real answers of this new arrangement of plants, taking into account the particularities of each producer.

Keywords: Arrangement of plants, *Glycine max* (L.) Merrill, Production systems.

INTRODUÇÃO

Espécie pertencente à família Fabaceae, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura de destaque no cenário mundial de grãos, sendo considerada atualmente uma *commodity* no Brasil, representando um dos principais produtos da pauta de nossas exportações. O grande potencial de

mercado externo da soja e sua excelente adaptação às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil impulsionaram o seu cultivo em todas as regiões do país. Diversos fatores fazem com que a soja alcance tamanha importância no cenário agrícola brasileiro, uma vez que, além de manter milhares de empregos diretos e indiretos, seu cultivo tem impulsionado outros setores da economia.

A expansão da soja no Brasil se deu a partir da região Sul do país e sua introdução em novas áreas de plantio foi viabilizada graças à adoção de novas tecnologias, como o uso de sementes de melhor qualidade física, fisiológica, genética e sanitária; a adoção do sistema de plantio direto; o melhoramento da soja para baixas latitudes e para maior resistência às pragas e doenças, introduzindo cultivares mais produtivas e adaptadas às diferentes condições de cultivo. Em adição, nos últimos anos alguns sojicultores têm testado uma nova técnica de distribuição de sementes denominada "Semeadura Cruzada". Com esse novo arranjo, as plantas são dispostas de formas paralelas e em linhas cruzadas, formando um quadriculado, assim o número de plantas por hectare aumenta (Lima *et al.*, 2012).

Este sistema de semeadura em linhas cruzadas mantém a população ideal de plantas na área, favorece uma melhor distribuição das plantas proporcionando uma melhor utilização dos recursos do ambiente, favorece rápida cobertura do solo e alta interceptação de radiação solar no início do ciclo, além de garantir um domínio da cultura sobre as plantas daninhas no processo de interferência (Bianchi *et al.*, 2010).

A adoção da semeadura cruzada na cultura da soja pode representar uma alternativa viável para os produtores. Entretanto, é importante destacar que na literatura há carência de trabalhos científicos que demonstrem os efeitos desta técnica sobre a produtividade de grãos, bem como sua relação com outras práticas de manejo (Balbinot Junior *et al.*, 2015a).

Diante destas considerações, o presente trabalho objetivou-se analisar o método de semeadura cruzada na cultura da soja, verificando o grau de tecnologia adotada pelos produtores e os resultados alcançados pela adoção da técnica nas áreas de produção.

METODOLOGIA

Para atender aos objetivos deste trabalho, a metodologia utilizada foi a Revisão de Literatura, realizando uma análise detalhada sobre a importância da cultura da soja para o agronegócio brasileiro,

bem como aspectos relacionados ao seu crescimento e desenvolvimento no ambiente de produção agrícola para melhor compreensão do sistema de semeadura em linhas cruzadas. Após consulta realizada em literaturas especializadas, realizou-se a análise e as considerações finais, enfatizando a relevância da pesquisa para o fornecimento de informações que avaliem a nova tecnologia.

DESENVOLVIMENTO

A cultura da soja: aspectos gerais e importância socioeconômica

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta anual e herbácea, da família Fabaceae. O gênero *Glycine* é dividido em dois subgêneros: *Glycine* e *Soja*. O subgênero *Soja* abrange as sojas cultivadas *Glycine max* e a soja selvagem *Glycine soja*, sendo ambas espécies anuais. O subgênero *Glycine* abrange outras espécies mais distantes, sem valor comercial (Abboud *et al.*, 2013).

A rápida expansão da soja se deu devido às diversas características verificadas em seus grãos, como baixo nível de água, valor nutritivo e a grande variedade de produtos que podem ser produzidos para alimentação humana e animal. O óleo e derivados industriais reduzem às flutuações de mercado e sua vulnerabilidade, os custos de transporte e estocagem. Além disso, maiores investimentos em pesquisa científica e de tecnologias de novos produtos e desenvolvimento ocorreram devido ao aumento na demanda mundial por soja (Kaimowitz e Smith, 2001).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, o Brasil é o segundo maior produtor mundial do grão, com uma produção, na safra 2016/17, de 113,923 milhões de toneladas. A área plantada de soja no Brasil foi de 33,890 milhões de hectares e produtividade de 3362 kg ha⁻¹. A maior liquidez da sojicultura e a possibilidade de melhor rentabilidade em relação a outras culturas fazem que a estimativa seja de crescimento de área de produção, podendo atingir entre 34,6 e 35,3 milhões de hectares, na safra 2017/18, o que seria incremento médio de aproximadamente 3,2% em relação à safra anterior (CONAB, 2017).

A soja é a cultura agrícola que mais se destacou no Brasil nas últimas três décadas e representa 49% da área cultivada em grãos no país. Os avanços tecnológicos, juntamente com o manejo eficiente dos produtores, proporcionaram o aumento da produtividade. Cultivada especialmente nas regiões Centro Oeste e Sul do país, o cultivo da soja tornou-se viável no cerrado, graças aos resultados alcançados pelos trabalhos de pesquisas da Embrapa, em parceria com outras instituições (Brasil, 2016).

Arranjos espaciais na cultura da soja

De acordo com Assis *et al.* (2014), o "arranjo de plantas" representa as várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de plantas, ou seja, é a distribuição das plantas na área, na fileira e o espaçamento entre fileiras. Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na fileira plantada, proporcionando melhor utilização da água, luz e nutrientes. Dentre as práticas utilizadas para maior produtividade da soja, pode-se destacar a escolha do melhor arranjo entre as plantas e da densidade adequada de semeadura.

O ajuste da densidade de plantas na cultura da soja é uma prática de manejo importante para obtenção de alta produtividade de grãos, com menor custo possível (Balbinot Junior *et al.*, 2015b). Esses mesmos autores relatam que a quantidade de plantas por área determina a competição entre plantas de soja pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes, podendo também alterar o crescimento das plantas, a velocidade de fechamento das entrelinhas, a incidência de pragas, a penetração de agrotóxicos no dossel da cultura, o acamamento de plantas e, por consequência, a produtividade e a qualidade de grãos.

Zito *et al.* (2007) comentam que a população de plantas está ligada às características da cultivar, destacando que informações sobre a população ideal de determinada cultivar devem ser obtidas junto às instituições que a desenvolveu. Esses mesmos autores recomendam que populações excessivamente altas ocasionem gasto desnecessário de sementes, uma vez que não acarretam incrementos no rendimento da cultura, ao

contrário, aumentam as possibilidades de acamamento, o que pode prejudicar a colheita mecânica. Além disso, falhas ou populações muito baixas geralmente aumentam os gastos com o controle de plantas daninhas e reduzem o rendimento.

Quando se implanta uma cultura, o espaçamento entre fileiras é um fator determinante para que esta se desenvolva adequadamente, até que se inicie a competição entre si, provocando mudanças fisiológicas e alterações morfológicas, ocasionando transferência de fotoassimilados e modificações do surgimento e da senescência de flores, folhas e ramos, bem como influência no rendimento, que é resultado da densidade de plantas existentes na área (Costa *et al.*, 1983). A produção individual depende do arranjo de sua população no campo e da flexibilidade morfológica da espécie, que é altamente influenciada pelo clima e genótipo (Fronza *et al.*, 1994).

Segundo Assis *et al.* (2014), é prática comum entre os produtores de soja diminuir os espaços entre as fileiras de plantas e aumentar a densidade de plantas por área cultivada, buscando otimizar a produção de grãos. É importante destacar que, para aumentar a quantidade da semeadura, alguns fatores devem ser observados, como o nível de fertilidade, a cultivar a ser utilizada, a umidade do solo e tecnologia a ser aplicada.

A redução do espaçamento entre as fileiras aumenta o número de plantas; esta redução do espaço está diretamente relacionada à competição com as plantas daninhas, dificultando sua germinação. A redução do espaçamento também ocasiona melhor distribuição espacial das plantas, proporcionando um melhor arranjo, com melhor absorção de água e nutrientes. As novas tecnologias de plantio vem ganhando espaço, dentre elas as que mais se destacam são: o plantio em linhas duplas, adensamento de plantas na linha de cultivo e o plantio cruzado (Assis *et al.*, 2014). Nesse sentido, a implantação de uma lavoura deve ser bem planejada, pois determina se haverá êxito ou não ao final de um longo período de cerca de 130 dias, desde o início da implantação, desenvolvimento das operações, até os resultados finais.

Segundo Assis *et al.* (2014), em função de avanços na tecnologia dos sistemas de semeadura, a melhoria

verificada na produtividade dos solos, uso de semeadoras com maior precisão, cultivares mais adaptadas, adoção de práticas conservacionistas, cobertura vegetal do solo e semeadura direta, ocasionou nas últimas décadas uma redução gradativa da população de plantas de soja, com redução de aproximadamente 400 mil para 300 mil plantas por hectare. Os autores ainda relatam que os espaçamentos utilizados devem ser de 20 a 60 centímetros entre fileiras nas épocas indicadas de semeadura.

NOVOS SISTEMAS DE SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA

Plantio em fileira dupla

Nos Estados Unidos a semeadura em fileira dupla é prática bastante utilizada. Nesse tipo de arranjo de plantas pode haver alta penetração de luz e agroquímicos no dossel, melhorando a taxa fotossintética, a sanidade e a longevidade das folhas próximas ao solo, o que pode aumentar a produção de grãos na área (Bruns, 2011).

O ajuste no arranjo espacial das plantas de soja, por meio do espaçamento entre fileiras e densidade de plantas, pode refletir em aumentos significativos na produtividade de grãos, sem alterar a sustentabilidade dos sistemas de produção. Sendo assim, é possível diminuir a competição intraespecífica por nutrientes, água e luz, aumentando o aproveitamento desses recursos pelas plantas cultivadas (Heiffig *et al.*, 2006).

Vale ressaltar que, no Brasil, foram realizados poucos trabalhos de pesquisa para avaliar o desempenho das fileiras duplas no progresso agrônomo da soja, que abrange a maior área cultivada no país.

Plantio adensado

A densidade de plantas, em uma determinada área, gera um comportamento produtivo diferenciado, em função de competição por espaços, água, luz e nutrientes que se estabelece na comunidade vegetal (Machado *et al.*, 1996). De acordo com Zanine e Santos (2004), a redução significativa

no crescimento das plantas, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultado da competição por espaço entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período.

A diminuição no espaçamento entre fileiras tornou-se uma importante ferramenta que proporciona otimização do rendimento de grãos. Este crescimento no rendimento é decorrente de vários fatores, com o sombreamento acelerado do solo há um melhor uso de água, menor competição intra-específica, maior capacidade de competição com plantas daninhas e rápida retenção da energia solar (Rambo *et al.*, 2003).

Segundo Tourino *et al.* (2002), o sistema de plantio adensado de soja é uma tendência atual. Algumas vantagens em relação ao sistema convencional podem ser consideradas no sistema adensado, tais como: melhor aproveitamento dos fatores da terra, máquinas, implementos e insumos, menor degradação das áreas exploradas, melhor controle de plantas daninhas, maior eficiência do uso da água, maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e precocidade na colheita. Entretanto, também há alguns riscos como a maior possibilidade de incidência de pragas e doenças, menor número de vagens por planta e menor peso de 1000 grãos (Chiavegato *et al.*, 2010).

Garcia *et al.* (2007) relatam que até a década de 1980, era comum a semeadura da soja na densidade média de 400 mil plantas ha⁻¹. A maior população de plantas visava garantir maior competição entre as plantas, para aumentar altura, e sombrear em menos tempo e uniformizar o solo, para competir com as plantas daninhas reinfestantes, após a redução do efeito residual dos herbicidas de pré-emergência. Com o advento dos herbicidas de pós-emergência, essa medida perdeu importância. Nos últimos anos, a cultura da soja passou por diversas transformações no país, melhorando a eficiência produtiva nas diversas regiões de cultivo. Em função das mudanças ocorridas (semeadoras mais precisas, sementes com maior qualidade, etc), a população de plantas de soja foi reduzida aproximadamente para 300 mil plantas ha⁻¹ e, em condições favoráveis ao acamamento das plantas, reduzida para até aproximadamente 250 mil plantas ha⁻¹.

Altas populações de plantas de soja, em média 400 mil plantas ha⁻¹, apresentam melhor desenvolvimento do porte das plantas, em regiões de temperatura elevada, contribuindo com o fechamento do dossel da cultura (Garcia *et al.*, 2007). Esses mesmos autores destacam que o aumento da população de plantas resulta em maior sombreamento do solo. Nesse sentido, o desenvolvimento de plantas daninhas é prejudicado, ocorre maior capacitação da energia solar incidente, entretanto a realização de operações mecanizadas nas entrelinhas torna-se difícil. Entretanto, Walker *et al.* (2010) comentam que o aumento da densidade de plantas de soja pode acentuar as perdas de produtividade de grãos decorrentes do déficit hídrico.

Estudos recentes têm abordado o uso da prática da elevada densidade de semeadura na cultura da soja. Entretanto, os resultados práticos dessa técnica são divergentes (Petter *et al.*, 2016), com foco nos componentes de produção e na produtividade. Esses mesmos autores relatam que, na prática, alguns produtores, visando ao aumento de produtividade, têm optado pelo plantio adensado na cultura da soja, utilizando, por exemplo, o plantio cruzado nas áreas de cultivo e espaçamento entre fileiras inferior a 45 cm, que é o espaçamento normalmente utilizado, ou o maior número de plantas na linha de cultivo em espaçamentos de 40 cm na entrelinha.

Percebe-se que é constante a busca, pelos produtores, por novas alternativas visando aumentar a produtividade da cultura. Nesse sentido destaca-se a importância de experimentos que avaliem estes novos sistemas de plantio, disponibilizando para os sojicultores informações técnicas que evidenciem os reais benefícios da adoção destas tecnologias nos diferentes ambientes de produção.

O sistema de semeadura cruzada na cultura da soja

O sistema de semeadura cruzada surgiu com o intuito de aumentar a quantidade de plantas de soja reduzindo a concentração demasiadamente das plantas na linha, o que diminuiria a competição intraespecífica muito intensa. De acordo com Lima *et al.* (2012), a semeadura cruzada é a distribuição das sementes de soja na área, realizando-se duas passadas em sentidos contrários de forma

que as duas linhas se cruzem perpendicularmente, formando um tabuleiro quadriculado, com ângulos de 90° em relação às linhas anteriores, ou seja, formando uma grade de linhas sobre a área de cultivo. Dessa forma, seguindo as recomendações para esta cultura, realiza-se a duplicação do número de sementes por hectare, das horas de trabalho e da quantidade de insumos utilizados.

O espaçamento entre fileiras continua igual ao de uma lavoura de linhas paralelas, de 45 a 50 cm. Este sistema vem sendo testado por vários sojicultores no Brasil e muitos garantem sua eficácia. Enquanto alguns produtores aumentam somente de 20 a 50% o número de plantas por hectare, outros dobram não só a população, mas também a adubação. No plantio é necessário que a semeadora passe duas vezes na área para que as linhas se cruzem, já a colheita ocorre da mesma forma que em uma lavoura tradicional de linhas paralelas (Assis *et al.*, 2014).

Verifica-se, no Quadro 1, um resumo de alguns resultados observados ao avaliar a semeadura cruzada na cultura da soja.

Segundo Assis *et al.* (2014), a lavoura maximizará sua produtividade, tanto pelo maior número de

Quadro 1 - Avaliação do sistema de semeadura cruzada na cultura da soja

Atributos avaliados	Principais resultados
Produtividade de grãos	Em experimentos conduzidos em Londrina, PR, importante região sojicultora, nas safras 2011/2012 e 2012/2013 não se observou incrementos em produtividade de grãos com o uso da técnica de semeadura cruzada
Taxa de crescimento e a cobertura do solo pela soja	A partir da emissão do terceiro trifólio nas plantas de soja, a cobertura do solo (%) na semeadura cruzada tende a ser maior
Acamamento de plantas	A semeadura cruzada não influenciou no acamamento das plantas de soja, em algumas condições de estudo
Efeitos sobre o solo	A técnica pode ocasionar maior compactação do solo em função do aumento de tráfego de tratores e semeadoras, demandando maiores cuidados com seu uso
Custos da operação	Aumento de custos (fixos e variáveis), uma vez que há maior dispêndio de horas com maquinário para realizar a semeadura, que é duplicada

Fonte: Balbinot Junior *et al.* (2013).

plantas, quanto pela melhor distribuição destas na área. Para isso ocorrer é importante escolher um cultivar de boa qualidade e de maior resistência ao acamamento, combinado a um bom sistema de manejo objetivando obter bons resultados.

Ressalta-se que, devido ao aumento da população de plantas na mesma área, ocorrerá uma maior competição entre elas, culminando com maior altura de plantas. Neste sistema é necessário um cuidado especial com pragas e doenças, uma vez que verificando maior quantidade de plantas em um mesmo espaço cria-se um microclima que as deixam mais suscetíveis a um ataque, necessitando maior monitoramento para que a produção não seja afetada.

A semeadura cruzada pode representar uma nova opção para aumentar a produtividade média nacional da soja. Entretanto, devem ser feitas algumas observações sobre esse método. Como já mencionado, a semeadura cruzada é realizada sendo feitas duas operações de semeadura em uma mesma área, tendo o rendimento reduzido, o que poderá ocasionar atrasos na semeadura. Na semeadura cruzada a compactação do solo tende a aumentar, devido ao trânsito de máquinas ser dobrado na área (durante a semeadura). Balbinot Junior *et al.* (2014) chamam a atenção quanto ao sentido das linhas de semeadura nesse sistema, pelo fato de uma das linhas estar em sentido contrário às curvas de nível, favorecendo o processo erosivo, podendo ser agravado em áreas de declividade.

Em sua pesquisa, Poersch *et al.* (2015) observaram que a diferença entre as semeaduras cruzada e linear é de 3,69 sacas por hectare. Levando em conta que os custos para a instalação da semeadura cruzada foram R\$ 113,00 a mais por hectare, uma vez que os tratamentos culturais utilizados foram os mesmos, aplicados da mesma forma que na semeadura linear, a diferença está na semeadura que foi feita duas vezes na mesma área, aumentando apenas o custo de mão-de-obra e maquinário. Esse aumento no rendimento alcançou valores de R\$ 239,85, tendo como base o valor da soja na data da colheita, de R\$ 65,00 por saca. Entre os custos de produção e ganhos, o lucro líquido foi de R\$ 126,85 por hectare. Na semeadura cruzada, o controle de

ervas daninha foi mais eficiente, devido a cobertura do solo ser mais rápida.

Em experimento conduzido por Procópio *et al.* (2013), avaliando o crescimento e a produtividade da cultivar de soja de hábito indeterminado em arranjos espaciais distintos, duas densidades de semeadura foram testadas (375.000 e 562.500 sementes ha⁻¹) comparando duas formas de plantio, o plantio cruzado e não cruzado. Esses autores observaram que no plantio cruzado a quantidade de plantas diminuiu, mas a produtividade não foi afetada. A menor produção de grãos por plântula e menor acúmulo de fitomassa, provocado pelo aumento na densidade da semeadura, não afeta a produtividade de grãos. A maior densidade de plantas (redução do espaçamento entre fileiras) aumentou a formação de grãos de soja nas hastes, no entanto reduziu a formação nos ramos; fazendo com que a produtividade não fosse alterada.

Silva *et al.* (2015a) avaliando a rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja, concluíram que a maior produtividade encontrada foi para o sistema de semeadura cruzada, quando utilizaram uma população (plantas ha⁻¹) em dobro, associada com adubação recomendada. Em adição, concluíram que a semeadura tradicional em linhas paralelas apresenta receita líquida maior do que o sistema de semeadura cruzada na cultura da soja. Esses mesmos autores fizeram outras observações (Quadro 2) úteis para a tomada de decisão da adoção ou não do sistema de semeadura cruzada.

Quadro 2 - Valores de receita total, custo total, receita líquida e produtividade da semeadura de soja em sistema de semeadura convencional e cruzada

Tipos de semeadura*	Receita total	Custo Total	Receita líquida	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
	(R\$ ha ⁻¹)			
1	2.618,83	969,09	1.649,74	4941,20 AB
2	2.292,88	1.757,42	535,46	4326,20 B
3	2.420,27	1.347,42	1.072,85	4566,55 AB
4	2.637,57	1.439,42	1.198,15	4976,55 A
5	2.498,95	1.029,42	1.469,53	4715,00 AB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade. Obs.: Tipos de semeadura*: 1 - Semeadura em linhas paralelas com adubação e população de plantas recomendada (convencional); 2 - Semeadura cruzada com população e adubo em dobro; 3 - Semeadura cruzada com população recomendada e adubo em dobro; 4 - Semeadura cruzada com população em dobro e adubação recomendada; 5 - Semeadura cruzada com população de plantas e adubo recomendado.

Fonte: Silva *et al.* (2015a).

Em trabalho realizado por Lima *et al.* (2012), foi verificado que a semeadura cruzada conferiu produtividade de grãos superior à semeadura convencional, embora a semeadura cruzada tenha apresentado aumento na severidade da ferrugem asiática. Esses mesmos autores relatam que a formação de lavouras muito adensadas na semeadura cruzada pode diminuir a interceptação de fungicidas e inseticidas pelas folhas próximas ao solo, aumentando os problemas com pragas e doenças. Em suas considerações, Balbinot Junior *et al.* (2013) relataram que ainda não se conhece a real contribuição da semeadura cruzada no aumento de produtividade na cultura da soja, uma vez que foram utilizadas outras técnicas de manejo de forma concomitante nas áreas onde a técnica foi adotada.

De acordo com o Quadro 3, Silva *et al.* (2015a) observaram que o uso do sistema de semeadura cruzada apresentou um custo operacional total maior que a semeadura convencional, elevando os custos do plantio. Os autores atribuem esse aumento dos custos ao fato de ser preciso realizar ressemeadura em uma mesma área.

Quadro 3 - Implementos utilizados no cultivo da soja e os custos operacionais (R\$ ha⁻¹) verificados na semeadura convencional e cruzada

Implemento utilizado	Custo operacional (R\$ ha ⁻¹)	
	Tipo de semeadura	
	Convencional	Cruzada
Trator 110 cv	33,98	67,96
Trator 86 cv	6,92	6,92
Semeadora-adubadora	36,82	73,64
Pulverizador	26,35	26,35
Colhedora	14,73	14,73
Custo operacional total	118,80	189,60

Fonte: Silva *et al.* (2015a).

Garcia (2015) relata que na maioria dos experimentos realizados no período de 2012 a 2015, a semeadura cruzada diminuiu a produtividade de grãos. Esse mesmo autor observa que, em casos eventuais, pode haver ganhos de produtividade nesse novo sistema de semeadura, ressaltando que esses ganhos são pouco expressivos, sendo dependentes da população de plantas, da cultivar utilizada e das condições climáticas, necessitando de

mais estudos nos diferentes ecossistemas para se obter respostas mais conclusivas.

Balbinot Junior *et al.* (2016), observando as cultivares BRS 294 RR e BRS 359 RR, constataram que o sistema de semeadura cruzada não aumentou a produtividade de grãos em relação ao sistema sem o cruzamento das fileiras. Entretanto, em seu trabalho, Silva *et al.* (2015b) observaram que o arranjo espacial exerce efeito nas características agrônomicas da soja, verificando também que a semeadura cruzada, usando o espaçamento de 0,5 m, eleva a produtividade de grãos na cultura. Buso *et al.* (2016) avaliando o cultivo de soja em relação aos sistemas de semeadura e diferentes densidades populacionais, observaram que os sistemas de semeadura não influenciaram a produtividade de grãos, relatando também que a semeadura não cruzada proporciona menor uso de operação mecanizada.

Nesse sentido, percebe-se que em alguns casos o sistema de semeadura cruzada tem apresentado resultados contraditórios, muito em função da diversidade de cultivares disponíveis para o plantio e a amplitude de condições de cultivo do Brasil. Com isso, há necessidade de maiores estudos que demonstrem o desempenho do sistema de semeadura cruzada sobre os componentes de produção, rendimento de grãos, bem como sobre a dinâmica de pragas e doenças de cultivares de soja em diferentes ambientes de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, em função da importância socioeconômica da cultura da soja para o país, a sojicultora passou por vários ajustes em seu sistema de produção, objetivando aumentar os índices de produtividade com o mínimo de impacto ambiental. Alterações no arranjo de plantas nas áreas de produção tem sido uma alternativa viável adotada pelos produtores.

A adoção do sistema de semeadura cruzada, tema enfatizado nesta pesquisa, representa uma destas alterações no arranjo de plantas, sendo uma técnica recentemente adotada pelos produtores brasileiros. Nesse sentido, observa-se que a maioria dos trabalhos abordando a utilização da semeadura cruzada

relata que os ganhos em produtividade da cultura e a viabilidade da adoção da técnica pelos produtores são dependentes de vários fatores, como a cultivar utilizada e as condições climáticas.

Diante destas considerações, novos experimentos devem ser conduzidos verificando as reais respostas deste novo arranjo de plantas, atendendo as particularidades de cada produtor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abboud, A.C.S.; Fiorini, C.V.A.; Lopes, C.A.; Viegas, E.C.; Jacob Neto, J.; Moreira, L.B.; Tozani, R.; Vsconcellos, M.A.S.; Carmo, M.G.F.; Coneglian, R.C.C.; Busquet, R.N.B & Mary, W. (2013) – As principais lavouras. In: Abboud, A.C.S (Org.). *Introdução à agronomia*. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 644 p.
- Assis, R.T.; Zineli, V.P.; Silva, R.E.; Costa, W.C.A. & Olivato, I. (2014) – Arranjo Espacial de plantas na cultura da Soja. Araxá. Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas. 7 p. (*Circular Técnica*, 04).
- Balbinot Junior, A.A.; Procópio, S.O.; Debiasi, H. & Franchini, J.C. (2015b) – *Densidade de plantas na cultura da soja*. Londrina, PR. Embrapa Soja. 36 p. (Documentos, 364).
- Balbinot Junior, A.A.; Procópio, S.O.; Debiasi, H. & Franchini, J.C. (2014) – *Fileiras duplas na cultura da soja*. Londrina, PR. Embrapa Soja. 7 p. (*Circular Técnica*, 108).
- Balbinot Junior, A.A.; Procópio, S.O.; Debiasi, H. & Franchini, J.C. (2013) – *Semeadura cruzada na cultura da soja*. Londrina, PR. Embrapa Soja. 7 p. (*Circular Técnica*, 98).
- Balbinot Junior, A.A.; Procópio, S.O.; Debiasi, H.; Franchini, J.C. & Panison, F. (2015a) – Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 36, n. 3, p. 1215-1226.
- Balbinot Junior, A.A.; Procópio, S.O.; Neumaier, N.; Ferreira, A.S.; Werner, F.; Debiasi, H. & Franchini, J.C. (2016) – Semeadura cruzada, espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura influenciando o crescimento e a produtividade de duas cultivares de soja. *Revista de Ciências Agrovetenárias*, vol. 15, n. 2, p. 83-93.
- Bianchi, M.A.; Fleck, N.G.; Lamego, F.P. & Agostinotto, D. (2010) – Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. *Planta Daninha*, vol. 28, n. spe., p. 979-991. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000500006>
- Brasil. (2016) – *Projeções do agronegócio*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. Julho de 2016.
- Bruns, H.A. (2011) – Comparisons of single-row and twin-row soybean production in the Mid-South. *Agronomy Journal*, vol. 103, n. 3, p. 702-708. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2010.0475>
- Buso, W.H.D.; Silva, L.B.; Rios, A.D.F. & Firmiano, R.S. (2016) – Cultivo de soja sob dois sistemas de semeadura e diferentes densidades populacionais. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, vol. 10, n. 1, p. 18-23.
- Chiavegato, E.J.; Silva, A.A. & Gottardo, L.C.B. (2010) – Densidade e arranjo de plantas em sistema adensado. In: Belot, J.L. & Vilela, P.A. (Eds.). *O sistema de cultivo do algodoeiro adensado em Mato Grosso: Embasamento e Primeiros Resultados*. 1. 2010. Cuiabá: Defanti Editora, p. 121-134.
- CONAB (2017) – *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília. vol. 4. Safra 2017/18. n.2 – Segundo Levantamento. Novembro de 2017.
- Costa, J.G.C.; Kohashi-Shibata, J. & Colin, S.M. (1983) – Plasticidade no feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 18, n. 2, p. 159-167.
- Fronza, V.; Vieira, C.; Cardoso, A.A. & Cruz, C.D. (1994) – Resposta de cultivares eretos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a espaçamentos entre linhas e níveis de adubação. *Revista Ceres*, vol. 41, n. 235, p. 317-326.
- Garcia, A. Pípolo, A.E.; Lopes, I.O.N & Portugal, F.A.F. (2007) – *Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas*. Londrina, PR. Embrapa Soja. 12 p. (*Circular Técnica*, 51).
- Garcia, R.A. (2015) – *Modalidade de semeadura cruzada não é garantia de aumento de produtividade de grãos de soja*. Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste. 7 p. (*Circular Técnica*, 33).
- Heiffig, L.S.; Câmara, G.M.S.; Marques, L.A.; Pedrosa, D.B. & Piedade, S.M.S. (2006) – Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, vol. 65, n. 2, p. 285-295. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000200010>

- Kaimowitz, D. & Smith, J. (2001) – Soybean technology and the loss of natural vegetation in Brazil and Bolivia. In: Angelsen, A. & Kaimowitz, D. (Eds.). *Agricultural technologies and tropical deforestation*. Wallingford: CABI Publishing, p. 195-211.
- Lima, S.F.; Alvarez, R.C.F.; Theodoro, G.F.; Bavaresco, M. & Silva K.S. (2012) – Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. *Biociencia Journal*, vol. 28, n. 6, p. 954-962.
- Machado, A.N.; Siewerdt, L.; Silveira J. & Siewerdt, F.P. (1996) – Efeito do espaçamento de plantio na produção e qualidade de forragem Capim-Elefante cv. Três Rios. *Revista Brasileira de Agrociência*, vol. 2, n. 1, p. 57-62. <http://dx.doi.org/10.18539/cast.v2i1.154>
- Petter, F.A.; Silva, J.A.; Zuffo, A.M.; Andrade, F.R.; Pacheco, L.P. & Almeida, F.A. (2016) – Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. *Bragantia*, vol. 27, n. 2, p. 173-183. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.447>
- Poersch, I. Demboski, J.; Simioni, M.; Basso, M.; Confortin, R.R.; Pinto, T.O.; Junior, A.S.; Karpinski, L.A.; Dallagnol, L.C.; Sexto, P.A.Silva.; Almeida, M.A.; Trevizan, K & Mattei, G. (2015) – *Viabilidade Econômica do Sistema de Semeadura Cruzada em Soja*. Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai. Getúlio Vargas – RS, p. 14.
- Procópio, S.O.; Balbinot Junior, A.A.; Debiasi, H.; Franchini, J.C. & Panison, F. (2013) – Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 56, n. 4, p. 319-325.
- Rambo, L.; Costa, J.A.; Pires, J.L.F.; Parcianello, G. & Ferreira, F.G. (2003) – Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, vol. 33, p. 405-411.
- Silva, P.R.A.; Tavares, L.A.F.; Souza, S.F.G.; Correia, T.P.S & Riquetti, N.B. (2015a) – Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 19, n. 3, p. 293-297. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p293-29>
- Silva, R.L. ; Vasquez, G.H. ; Nakao, A.H & Centeno, D.C. (2015b) – Semeadura em linhas cruzadas na cultura da soja: características da planta e produtividade de grãos. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, vol. 9, n. 1, p. 33-38.
- Tourino, M.C.C.; Rezende, P.M. & Salvador, N. (2002) – Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, n. 8, p. 1071-1077.
- Walker, E.R.; Mengistu, A.; Bellaloui, N.; Koger, C.H.; Roberts, R.K. & Larson, J.A. (2010) – Plant population and row-spacing effects on maturity group III soybean. *Agronomy Journal*, vol. 102, n. 3, p. 821-826. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2009.0219>
- Zanine, A. M. & Santos, E.M. (2004) – Competição entre espécies de plantas – uma revisão. *Revista da FZVA*, vol. 11, n. 1, p. 10-30.
- Zito, R.K. Arantes, N.E.; Fronza, V.; Wruch, S.M.; Paes, J.M.V.; Souza, J.A & Ciociola Júnior, A.I. (2007) – Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: Paula Júnior, T.J.P. & Venzon, M. (Eds.). *101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas*. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 699-720.