

Dourados, MS  
Setembro, 2015

## Autor

**Rodrigo Arroyo Garcia**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Agronomia  
(Agricultura), pesquisador  
da Embrapa Agropecuária  
Oeste, Dourados, MS

# Modalidade de Semeadura Cruzada não é Garantia de Aumento de Produtividade de Grãos de Soja

## Introdução

O sistema de produção de soja vem sofrendo consideráveis mudanças nos últimos anos, como consequência da inclusão e consolidação de diversas tecnologias. Na área de manejo do solo, destaca-se o Sistema Plantio Direto. Na fitossanidade, a resistência ao glyphosate e a introdução da soja Bt/RR2 (Intacta) são exemplos práticos da incorporação de novos conceitos e fundamentos que influenciam no manejo da lavoura de soja. Quanto aos sistemas de produção, destacam-se os modelos integrados, como ILP e ILPF. No melhoramento genético, destaca-se o lançamento das cultivares mais precoces e com tipo de crescimento indeterminado, que dão maior estabilidade nas semeaduras antecipadas. Além disso, as cultivares mais modernas apresentam maior potencial de rendimento de grãos e arquitetura diferenciada, como folíolos menores e com maior inclinação vertical, e menor índice de ramificação/engalhamento.

Nesse contexto, surgem possíveis mudanças na área da fitotecnia, com a proposição de novos arranjos de plantas que proporcionem maior expressão do potencial produtivo das cultivares atualmente utilizadas. A busca por espaçamentos o mais próximo possível do equidistante já foi exaustivamente estudado para culturas, como o milho. No entanto, o sistema de semeadura cruzada recentemente ganhou repercussão por ter sido adotado por um produtor que venceu o desafio nacional de produtividade de soja na safra 2010/2011.

Foto: Rodrigo Arroyo Garcia



Mudanças no arranjo de plantas que resultem em ganhos de produtividade são uma forma rápida e de relativa facilidade operacional para incrementos na produção nacional de grãos de soja. Diversos trabalhos com arranjos e populações de plantas de soja foram desenvolvidos nas últimas décadas (BULLOCK et al., 1998; MARTINS et al., 1999; PEIXOTO et al., 2000; PIRES et al., 2000; RAMBO et al., 2004; THOMAS et al., 1998). De forma geral, em função da plasticidade da planta de soja e das características das cultivares utilizadas, os resultados são divergentes. Todavia, com os genótipos atuais, novos enfoques para o arranjo de plantas de soja podem culminar em ganhos de produtividade consistentes.

A modalidade de semeadura cruzada consiste numa etapa operacional adicional, ou seja, uma nova semeadura perpendicular à primeira etapa, resultando no formato de um “xadrez”. A princípio, as plantas estariam mais equidistantes, potencializando o aproveitamento de água, nutrientes e luminosidade.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho conduzido por três safras agrícolas, avaliar se a modalidade de semeadura cruzada proporciona ganhos de produtividade de grãos de soja, quando comparada à modalidade tradicional de implantação da lavoura.

## Metodologia

Os experimentos foram conduzidos nas safras 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, em Dourados, MS, e na safra 2014/2015, em Ponta Porã, MS, nas áreas experimentais da Embrapa Agropecuária Oeste. Na safra 2012/2013, em Dourados, foram avaliadas duas cultivares (BRS 295RR e BRS 360RR) e quatro populações de plantas (0,66 vezes a recomendada; recomendada; 1,33 vezes a recomendada; 1,66 vezes a recomendada), nas modalidades convencional e cruzada, com espaçamentos de 40 cm e 60 cm. Na safra 2013/2014, em Dourados, foram as cultivares BRS 295RR e BRS 359RR, com duas populações (recomendada; 1,33 vezes a recomendada) e duas épocas de semeadura (meados de outubro e meados de novembro). Para a segunda época trabalhou-se apenas com a população recomendada, adotando-se o espaçamento de 45 cm nas duas modalidades. No ano agrícola 2014/2015, em Ponta Porã, foram utilizadas as cultivares BRS 388RR, BRS 1001IPRO e BRS 1010IPRO, com espaçamento de 45 cm no modo convencional e cruzado. Na safra 2014/2015, em Dourados, as duas modalidades de semeadura foram

adotadas com as cultivares BRS 359RR e BRS 360RR e duas populações de plantas (recomendada; 1,5 vezes a recomendada).

A adubação de todos os experimentos objetivou a obtenção de altas produtividades, com valores ao redor de 5.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de soja. Nos ensaios com populações de plantas foi efetuado o desbaste para alcance da população almejada. Para a distribuição das sementes e fertilizante no modo cruzado, a semeadora foi regulada para que fosse obtido 50% da modalidade convencional, para cada sentido de deslocamento da máquina. Nas Figuras 1 e 2 estão demonstradas as disposições das plantas na modalidade cruzada.

De forma geral, as condições climáticas para as safras 2012/2013 e 2014/2015, em Dourados, foram restritivas, com déficit hídrico na fase de enchimento de grãos. Entretanto, para a safra 2013/2014, em Dourados, e 2014/2015, em Ponta Porã, as condições foram satisfatórias. A produtividade foi obtida com a colheita de três linhas centrais de 5 m de comprimento. Para a modalidade cruzada, subamostras com gabarito de 1 m<sup>2</sup> foram retiradas em cada unidade experimental. Foi estimada a produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>, com umidade corrigida para 13%. Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso, com as médias dos tratamentos comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. As cultivares sempre foram utilizadas no delineamento experimental, mas não foram comparadas para evitar a análise estatística segundo a lógica de fatoriais múltiplos.

Foto: Rodrigo Arroyo Garcia



**Figura 1.** Desenvolvimento da soja (10 dias após a emergência) na modalidade cruzada, com espaçamento de 60 cm. Dourados, MS, safra 2012/2013.



Foto: Rodrigo Arroyo Garcia



**Figura 2.** Desenvolvimento da soja (22 dias após a emergência) na modalidade cruzada, com espaçamento de 40 cm. Dourados, MS, safra 2012/2013.

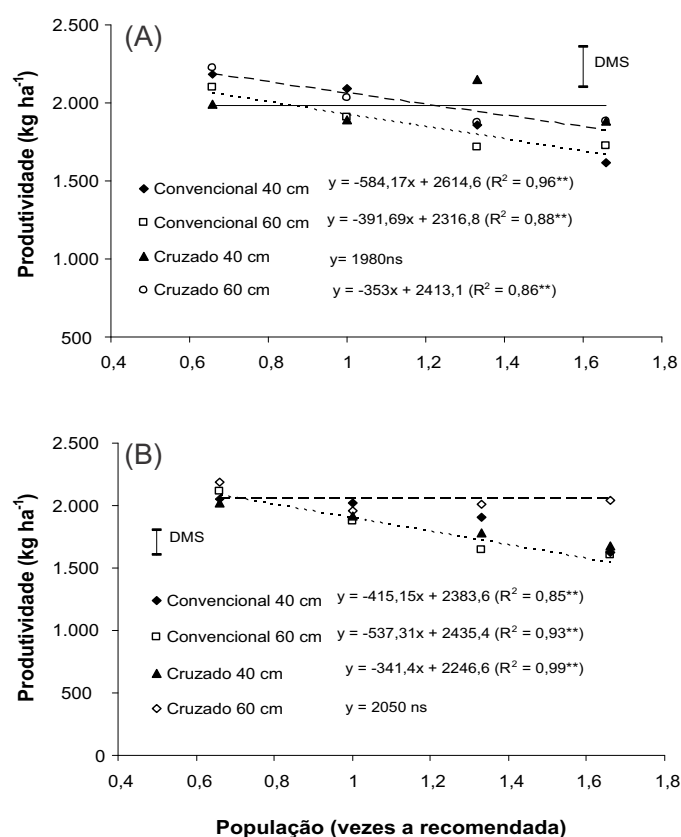
## Resultados

### Safra 2012/2013

As baixas produtividades da safra 2012/2013, em Dourados (Figura 3 e Tabela 1), são resultantes da deficiência hídrica na fase de enchimento de grãos da soja. Houve efeito das modalidades de semeadura e/ou populações de plantas para as duas cultivares. No entanto, para a cultivar BRS 295RR não houve efeito isolado dos arranjos. A modalidade de semeadura cruzada aumentou a produtividade da BRS 360RR, porém, apenas quando foi adotado o espaçamento de 60 cm. Em função da limitação hídrica, o melhor arranjo

das plantas no plantio cruzado pode ter proporcionado melhores condições no aproveitamento de água, luz e nutrientes por essa cultivar nesse espaçamento.

O aumento da população de plantas influenciou negativamente na produtividade de grãos, o que também poderia estar relacionado à maior competição intraespecífica nas maiores populações, que foi acentuada na condição de veranico. Ademais, na semeadura cruzada, possivelmente pelo melhor arranjo de plantas, parece haver maior tolerância às populações elevadas, como observado na semeadura cruzada a 40 cm para a cv. BRS 295RR (Figura 3A) e a 60 cm para a cv. BRS 360RR (Figura 3B). No entanto, não houve aumento na produtividade, assim como no trabalho com semeadura cruzada e populações de plantas desenvolvido por Silva et al. (2015).



**Figura 3.** Desdobramento para produtividade das cultivares BRS 295RR (A) e BRS 360RR (B) em função da população de plantas nas diferentes modalidades de semeadura. Dourados, MS, safra 2012/2013.

Nota: DMS = diferença mínima significativa. ns e \*\* = não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 1.** Análise de variância (probabilidade do teste F e coeficiente de variação – c.v.) e valores médios para a produtividade de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função do arranjo e da população de plantas, para as cultivares BRS 295 RR e BRS 360 RR. Dourados, MS, safra 2012/2013.

Fonte de variação		BRS 295RR		BRS 360RR	
Arranjo (A)		0,1445		0,0009	
População (P)		0,0041		0,0018	
A*P		0,0358		0,0490	
C.V. (%)		9,30		7,46	

BRS 295RR					
Arranjo	Populações				Média
	Rec.x0,66	Recomendada	Rec.x1,33	Rec.x1,66	
40 cm	2.184	2.090	1.855	1.613	1.936
60 cm	2.097	1.905	1.719	1.725	1.862
40 cm #	1.991	1.895	2.153	1.882	1.980
60 cm #	2.221	2.033	1.874	1.883	2.002
Média	2.123 L**	1.981	1.900	1.775	-

BRS 360RR					
Arranjo	Populações				Média
	Rec.x0,66	Recomendada	Rec.x1,33	Rec.x1,66	
40 cm	2.051	2.021	1.904	1.628	1.901 b
60 cm	2.118	1.880	1.644	1.601	1.811 b
40 cm #	2.019	1.912	1.786	1.682	1.850 b
60 cm #	2.191	1.962	2.011	2.037	2.050 a
Média	2.095 L**	1.943	1.836	1.737	-

#: arranjo com semeadura cruzada; L\*\*: ajuste linear pela regressão polinomial com significância a 1% pelo teste F; Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

## Safra 2013/2014

Esta safra foi caracterizada por condições climáticas favoráveis e obtenção de produtividades elevadas, com alguns tratamentos passando de  $4.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , nas duas épocas de semeadura (Tabela 2). De forma geral, a modalidade cruzada resultou em produtividades menores ou similares ao método convencional, não justificando gastos adicionais para a implantação da lavoura nesse sistema. Com relação às populações de plantas, novamente a modalidade cruzada apresentou comportamento distinto dependendo da cultivar utilizada. Ou seja, o aumento da população da

BRS 359 RR aumentou a produtividade no sistema cruzado, porém não foi superior ao modo convencional.

Na média, o sistema de semeadura cruzada proporcionou maiores perdas para a cv. BRS 295RR, com valores de  $556$  e  $414 \text{ kg ha}^{-1}$  para as épocas um e dois, respectivamente. Para a BRS 360RR, as quedas de produtividade foram menores, com valores de  $254$  e  $206 \text{ kg ha}^{-1}$  para as épocas de meados de outubro e meados de novembro, respectivamente. Além disso, no trabalho em questão, não foram levados em consideração os gastos adicionais na modalidade de semeadura cruzada.

**Tabela 2.** Análise de variância (probabilidade do teste F e coeficiente de variação – c.v.) e valores médios para a produtividade de soja (kg ha<sup>-1</sup>) em função do arranjo e da população de plantas, para as cultivares BRS 295RR e BRS 360RR semeadas em duas épocas. Dourados, MS, safra 2013/2014.

Fonte de variação		BRS 295RR		BRS 359RR	
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Arranjo (A)		0,0002	0,0186	0,0370	0,1814
População (P)		0,2879	-	0,6930	-
A*P		0,0230	-	0,0118	-
C.V. (%)		6,51	7,56	5,72	7,73

BRS 295RR					
Arranjos	Época 1			Época 2	
	Populações			Arranjos	
	Recomendada	Rec.x1,33	Média		
	45 cm	3.685 Aa*	3.297 Ba	3.491 a	45 cm
45 cm #	2.857 Ab	3.013 Aa	2.935 b	45 cm #	3.082 b
Média	3.271	3.155	-	-	-

BRS 359RR					
Arranjos	Época 1			Época 2	
	Populações			Arranjos	
	Recomendada	Rec.x1,33	Média		
	45 cm	4.021 Aa	3.746 Aa	3.884 a	45 cm
45 cm #	3.451 Bb	3.813 Aa	3.630 b	45 cm #	3.973
Média	3.736	3.779	-	-	-

#: arranjo com semeadura cruzada; \*Letras iguais minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

## Safra 2014/2015

Assim como na safra 2012/2013, a safra 2014/2015 em Dourados foi prejudicada por veranico na fase de enchimento de grãos de soja, resultando em baixas produtividades (Tabela 3). A produtividade de grãos foi influenciada pela interação de arranjos e população de plantas apenas para a cultivar BRS 360RR, onde se constatou que o aumento da população de plantas no sistema cruzado elevou a produtividade. No entanto, quando comparados os arranjos, essa prática agrícola não aumenta a produtividade de grãos. Esse comportamento parece bem consistente nos experimentos conduzidos, onde o arranjo cruzado tem maior tolerância e/ou resposta positiva ao aumento de população. Além das plantas estarem dispostas de forma mais equidistante, é importante salientar que na modalidade cruzada há maior morte de plântulas nas interseções de semeadura, onde há elevada competição intraespecífica. Nesse caso, a população recomendada estaria abaixo da almejada, com maior possibilidade de resposta positiva em função do aumento da população de plantas.

Para o Município de Ponta Porã, MS, na safra 2014/2015, o sistema de semeadura tradicional com espaçamento de 45 cm entrelinhas proporcionou maior produtividade de grãos para a cv. BRS 1001IPRO (Tabela 4). Para os demais genótipos (BRS 388RR e BRS 1010IPRO), não houve influência da modalidade de semeadura. Em função da disponibilidade hídrica favorável e altitude ao redor de 650 metros em Ponta Porã, MS, o sistema de semeadura cruzada pela distribuição mais uniforme das plantas na área poderia proporcionar maior potencial produtivo individual das plantas, com reflexos positivos na produtividade, o que de fato não ocorreu. Com os dados obtidos em Dourados, fica evidente que o pequeno efeito do sistema cruzado ocorre em condições de veranico (Tabelas 1 e 3). Esse efeito estaria mais relacionado a essa modalidade tolerar maiores populações de plantas, mas sem ganhos de produtividade quando comparada à semeadura sem cruzamento de linhas.

**Tabela 3.** Análise de variância (probabilidade do teste F e coeficiente de variação – c.v.) e valores médios para a produtividade de soja em função do arranjo e da população de plantas, para as cultivares BRS 359RR e BRS 360RR. Dourados, MS, safra 2014/2015.

Fonte de variação	BRS 359RR			BRS 360RR		
Arranjo (A)	0,6258			0,9746		
População (P)	0,2753			0,2333		
A*P	0,2513			0,0639		
C.V. (%)	6,36			9,03		

Arranjo	População			População		
	Recomendada	Rec.x1,5	Média	Recomendada	Rec.x1,5	Média
45 cm	1.835	1.831	1.833	2.046 Aa	1.968 Aa	2.007
45 cm #	1.794	1.931	1.862	1.844 Ba	2.176 Aa	2.010
Média	1.814	1.882	-	1.945	2.072	-

#: arranjo com semeadura cruzada

Letras iguais minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Análise de variância (probabilidade do teste F e coeficiente de variação – c.v.) e valores médios para a produtividade de soja em função do arranjo de plantas, para as cultivares BRS 388RR, BRS 1001IPRO e BRS 1010IPRO. Ponta Porã, MS, safra 2014/2015.

Fonte de variação	BRS 388RR	BRS 1001IPRO	BRS 1010IPRO
Arranjo (A)	0,3224	0,0257	0,4175
C.V. (%)	8,65	11,11	10,32

Arranjos	BRS 388RR	BRS 1001IPRO	BRS 1010IPRO
45 cm	3.014 a	3.750 a	2.997 a
45 cm #	2.904 a	3.213 b	3.063 a

#: arranjo com semeadura cruzada.

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

## Considerações finais

Na maioria dos experimentos conduzidos nas safras agrícolas 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, a semeadura cruzada diminuiu a produtividade de grãos de soja, deixando evidente que essa modalidade de semeadura não é recomendada para implantação da lavoura e ganhos de produtividade. Em casos pontuais pode haver aumento de produtividade no arranjo cruzado. No entanto, esses ganhos são pouco expressivos, além de serem dependentes da população de plantas, da cultivar utilizada e das condições climáticas.

## Agradecimento

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect), pelo apoio financeiro em parte do projeto.

## Referências

BULLOCK, D.; KHAN, S.; RAYBURN, A. Soybean yield response to narrow rows is largely due to enhanced early growth. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 4, p. 1011-1016, July/Aug. 1998.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIRI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 851-858, out./dez. 1999.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIRI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, jan./mar. 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, DF, v. 35, n. 9, p. 1541-1547, ago. 2000.

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, RS, v. 34, n. 1, p. 33-40, jan./fev. 2004.

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 e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 293-297, jul./set. 2015.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 28, n. 4, p. 543-546, out./dez. 1998.

### Circular Técnica, 33

Embrapa Agropecuária Oeste  
BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449  
79804-970 Dourados, MS  
Fone: (67) 3416-9700  
Fax: (67) 3416-9721  
www.embrapa.br/agropecuaria-oeste  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição  
(2015): online

### Comitê de Publicações

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*  
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*  
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore, Michely Tomazi, Oscar Fontão de Lima Filho e Tarcila Souza de Castro Silva*

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crêbio José Ávila*

### Expediente

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*