

## Semeadura cruzada na cultura da soja

Atualmente, a agricultura é submetida a grandes desafios, como a produção de alimentos, energia, fibras e outros bens para a humanidade com o mínimo distúrbio ambiental, associado ao reduzido consumo de insumos que apresentam reservas finitas no planeta, como fósforo, potássio e petróleo. Isso se torna mais complexo com a inserção de fatores sociais. Nesse contexto, a obtenção de altas produtividades por área e por tempo é fundamental para a sustentabilidade da agricultura mundial.

Nos últimos anos, a sojicultura nacional experimentou muitas mudanças com a utilização de novas tecnologias, como o sistema plantio direto, o advento das cultivares transgênicas Roundup Ready™ e a introdução de cultivares mais produtivas. Entretanto, essas novas cultivares de soja apresentam tipo de crescimento e porte diferentes das cultivares utilizadas no Brasil até o início dos anos 2000. A introdução de cultivares que apresentam tipo de crescimento indeterminado, maior precocidade, arquitetura compacta, folíolos pequenos e alto potencial de rendimento de grãos, tem gerado vários questionamentos acerca de arranjos espaciais de plantas que podem conferir maiores produtividades de grãos, sem grandes mudanças nos custos de produção. No caso da soja, o arranjo espacial de plantas na lavoura é determinado pelo espaçamento entre as fileiras e pela densidade de plantas. É importante ressaltar que praticamente todos os trabalhos disponíveis na literatura sobre arranjos de plantas de soja foram realizados com cultivares de soja de tipo de crescimento determinado, com folíolos grandes e horizontais, bem como com alta capacidade de ramificação, ou seja, características que estão cada vez mais se distanciando das seleções realizadas nos atuais programas de melhoramento com a cultura da soja no Brasil.

A forma com que as plantas de soja são distribuídas na lavoura afeta a competição entre as mesmas por água, nutrientes e luz, o que determina a produção por planta e, conseqüentemente, a produção por área. No entanto, vários trabalhos têm demonstrado a baixa resposta da cultura da soja às variações de densidade de plantas (Pires et al., 1998; Heiffig et al., 2006). Esse resultado ocorre porque a soja possui alta capacidade de ocupar espaços vazios pela emissão de ramos, ao contrário do milho, por exemplo, que praticamente não tem capacidade de ocupar falhas de estande, pois não emite ramos e praticamente não perfilha.

Nos últimos anos, alguns agricultores vêm testando uma técnica de semeadura denominada "plantio cruzado" ou "semeadura cruzada", na qual se realiza uma operação de semeadura, seguida de outra operação similar, no sentido perpendicular à primeira (Figuras 1 e 2). A semeadura cruzada surgiu no Brasil pela observação dos arremates dos talhões de soja, onde algumas linhas se cruzavam e formavam um "xadrez". Alguns produtores começaram a observar um aumento da produção de grãos por área nessa situação e resolveram fazer testes nas propriedades, em pequena escala (Figura 3). Essa técnica foi usada por alguns ganhadores do concurso de produtividade promovido pelo Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB), nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. A hipótese de que a semeadura cruzada impactaria de modo positivo na produtividade de grãos da soja baseia-se na melhor distribuição espacial das plantas, o que reduziria a competição intraespecífica e, conseqüentemente, aumentaria a quantidade de

Londrina, PR  
Setembro, 2013

### Autores

**Alvadi Antonio Balbinot Jr.**  
Engenheiro Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja, Londrina, PR  
alvadi.balbinot@embrapa.br

**Sergio de Oliveira Procópio**  
Engenheiro Agrônomo, Dr.  
Embrapa Tabuleiros  
Costeiros, Aracaju, SE  
sergio.procopio@embrapa.br

**Henrique Debiasi**  
Engenheiro Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja, Londrina, PR  
henrique.debiasi@embrapa.br

**Julio Cezar Franchini**  
Engenheiro Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja, Londrina, PR  
julio.franchini@embrapa.br

recursos do ambiente disponíveis para cada planta. Além disso, é possível que a melhor distribuição das plantas na área possibilite aumentar a densidade de plantas, incrementando a produtividade. No entanto, não é conhecida a real contribuição da semeadura cruzada na obtenção dessas produtividades, já que foram usadas outras técnicas de forma concomitante nessas áreas. Além disso, em algumas áreas, a quantidade de fertilizantes e sementes foi dobrada na semeadura cruzada e, em outras, foi a mesma da semeadura não cruzada, impossibilitando a observação do efeito isolado da semeadura cruzada sobre a produtividade de grãos.

Diante disso, o objetivo desta publicação é apresentar e discutir os efeitos da semeadura cruzada sobre a produtividade, a taxa de crescimento e o acamamento da soja, levando em consideração as interações com o tipo de crescimento da cultivar, o espaçamento entrelinhas e a população de plantas. Algumas desvantagens observadas com o uso da semeadura cruzada também são brevemente discutidas no final do texto.



**Figura 1.** Semeadura cruzada da soja, aspecto de um tabuleiro de xadrez, Londrina, PR, safra 2011/2012.



**Figura 2.** Detalhe da distribuição de plantas na semeadura cruzada sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis*, em área comercial localizada no município de Vera, MT, safra 2011/2012.



**Figura 3.** Área teste com semeadura cruzada conduzida por produtor no município de Vera, MT, safra 2011/2012.

### A semeadura cruzada aumenta a produtividade de grãos?

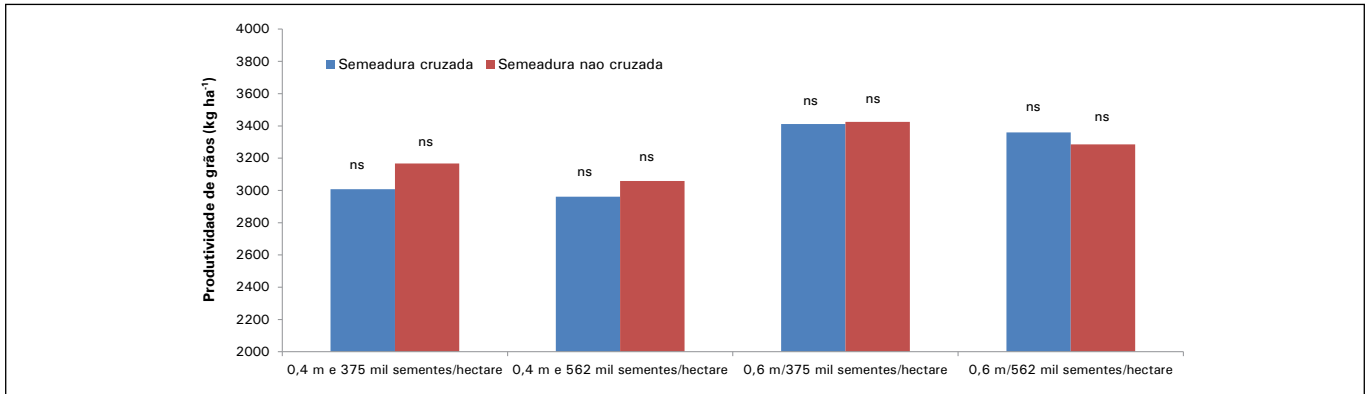
Na literatura, há poucos trabalhos que demonstram o desempenho produtivo de cultivares de soja em semeadura cruzada e não cruzada em diferentes ambientes de produção. Em trabalho desenvolvido por Lima et al. (2012), foi constatado que a semeadura cruzada conferiu produtividade de grãos superior à semeadura normal, embora a semeadura cruzada tenha ocasionado aumento da severidade da ferrugem asiática.

Em quatro experimentos conduzidos em Londrina, PR, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, em que foram avaliados dois espaçamentos entre fileiras (0,4 e 0,6 m), combinados com duas densidades de semeadura (375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup>) e semeadura cruzada e não cruzada, em diferentes cultivares, não foram verificados ganhos de produtividade de grãos com o uso desta técnica (Figuras 4 a 6). Para a cultivar BRS 360 RR, cultivada na safra 2012/2013, a produtividade de grãos foi menor na semeadura cruzada do que na não cruzada (Figura 7). Isso pode ter ocorrido em razão do aumento do autossombreamento das folhas de soja proporcionado pela semeadura cruzada, acelerando a senescência das folhas próximas ao solo. Além disso, a formação de lavouras muito fechadas na semeadura cruzada pode reduzir a interceptação de fungicidas e inseticidas pelas folhas próximas ao solo, aumentando os problemas com pragas e doenças, como observado por Lima et al. (2012).

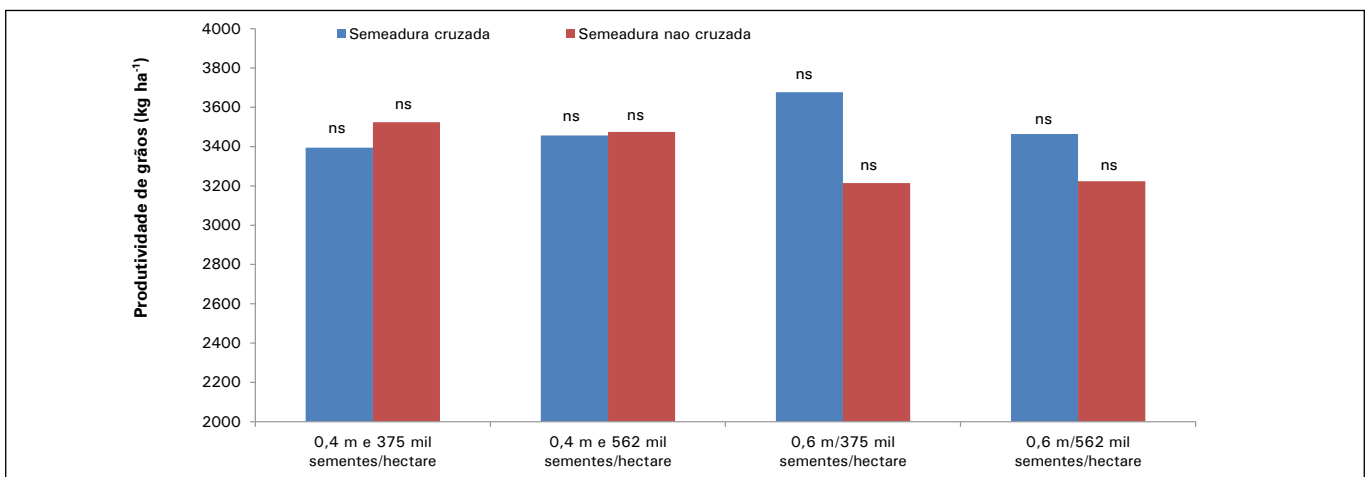
Em Campo Mourão, PR, na safra 2011/12, também verificou-se que a semeadura cruzada não

conferiu ganhos de produtividade (Figura 8), concordando com os resultados obtidos em Londrina, PR. É provável que a falta de resposta à semeadura cruzada esteve relacionada à grande capacidade da soja em ocupar rapidamente o espaço pela emissão de ramos. Nesse contexto, em dois anos de expe-

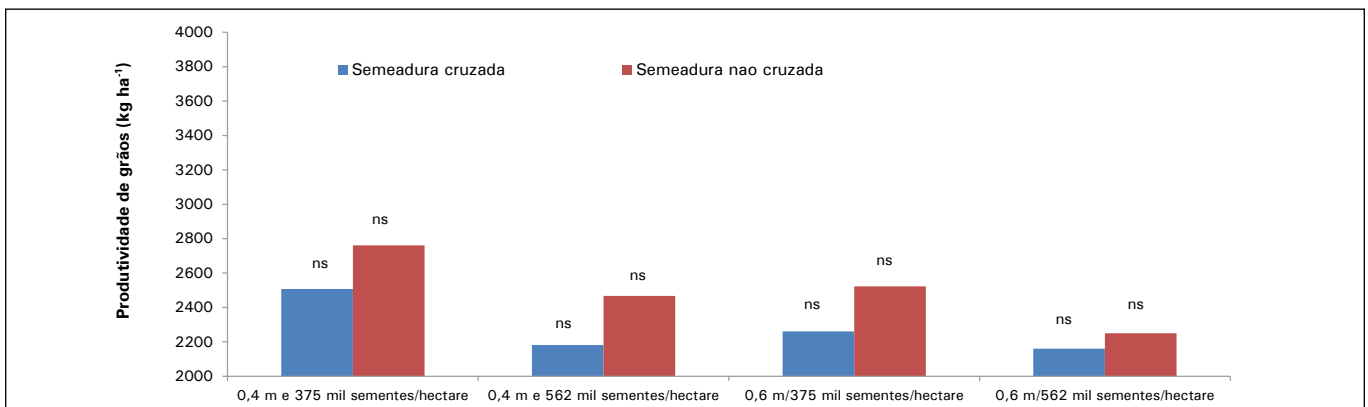
rimentação no Paraná, a semeadura cruzada não promoveu ganhos de produtividade, mesmo considerando cultivares indeterminadas que apresentam plantas com arquitetura compacta e densidades de plantas maiores que as indicados para a semeadura não cruzada.



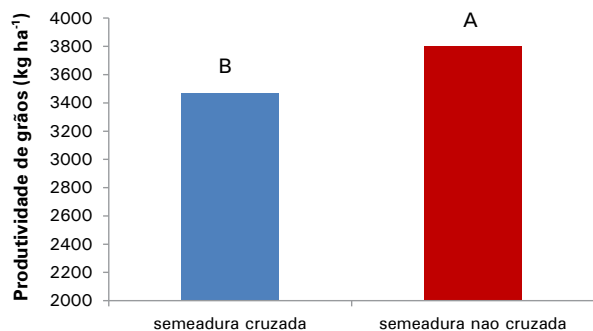
**Figura 4.** Produtividade de grãos de soja, cultivar BRS 294 RR (determinada), em dois espaçamentos entre fileiras (0,4 e 0,6 m), combinados com duas densidades de semeadura (375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup>), em semeadura cruzada e não cruzada. ns = diferenças não significativas, pelo teste F, entre semeadura cruzada e não cruzada. Londrina, PR, safra 2011/2012.



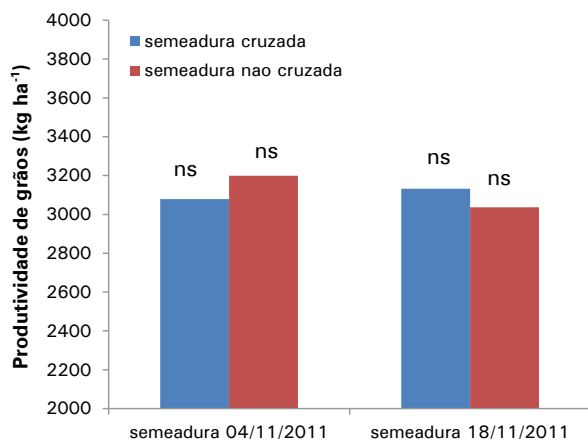
**Figura 5.** Produtividade de grãos de soja, cultivar BRS 359 RR (indeterminada), em dois espaçamentos entre fileiras (0,4 e 0,6 m), combinados com duas densidades de semeadura (375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup>), em semeadura cruzada e não cruzada. ns = diferenças não significativas, pelo teste F, entre semeadura cruzada e não cruzada. Londrina, PR, safra 2011/2012.



**Figura 6.** Produtividade de grãos de soja, cultivar BRS 295 RR (determinada), em dois espaçamentos entre fileiras (0,4 e 0,6 m), combinados com duas densidades de semeadura (375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup>), em semeadura cruzada e não cruzada. ns = diferenças não significativas, pelo teste F, entre semeadura cruzada e não cruzada. Londrina, PR, safra 2012/2013.



**Figura 7.** Produtividade de grãos de soja, cultivar BRS 360 RR (indeterminada), em semeadura cruzada e não cruzada (média de dois espaçamentos entre fileiras - 0,4 e 0,6 m - e duas densidades de semeadura - 375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup>). Comparação entre semeadura cruzada e não cruzada pelo teste F. Londrina, PR, safra 2012/2013.



**Figura 8.** Produtividade de grãos de soja, cultivar BMX Potência RR (indeterminada), em semeadura cruzada e não cruzada e duas épocas de semeadura (médias de três espaçamentos entre fileiras - 0,3; 0,45 e 0,60 m - e três densidades de plantas - 300, 450 e 600 mil ha<sup>-1</sup>). ns = diferenças não significativas, pelo teste F, entre semeadura cruzada e não cruzada. Campo Mourão, PR, safra 2011/2012.

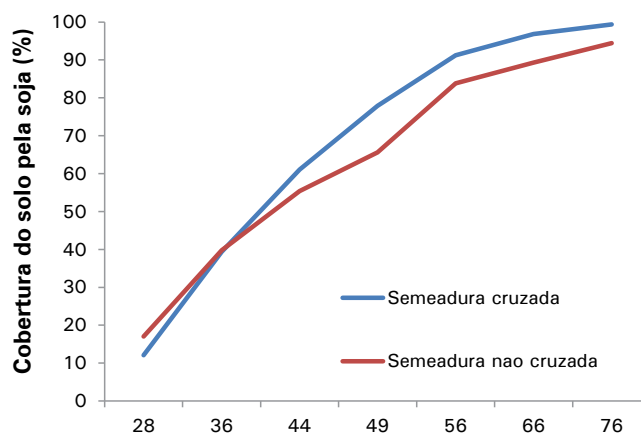
## A semeadura cruzada altera a taxa de crescimento e a cobertura do solo pela soja?

Apesar da distribuição espacial mais equidistante das plantas na lavoura na semeadura cruzada, a taxa de acúmulo de matéria seca da parte aérea pelas plantas não foi afetada por essa técnica (Balbinot Jr. et al., 2012a; Procópio et al., 2012a).

Por outro lado, a porcentagem de cobertura do solo pelas plantas de soja durante o ciclo de desenvolvimento foi afetada pela semeadura cruzada. Considerando o uso da mesma quantidade de sementes na semeadura cruzada e não cruzada, no início do ciclo há, em geral, menor cobertura do solo pela soja na semeadura cruzada (Figura 9), em razão da menor quantidade de plantas por área que consegue

se estabelecer nessa situação (Balbinot Jr. et al., 2012b; Procópio et al., 2012b). Isso ocorre porque a segunda semeadura, perpendicular à primeira, mobiliza o solo no sulco de semeadura, alterando o posicionamento das sementes alocadas na primeira operação e, conseqüentemente, reduzindo a porcentagem de emergência de plantas. Adicionalmente, na condição de solo pouco denso, a primeira semeadura forma micro camalhões, dificultando o tráfego do trator e da semeadora na ocasião da segunda operação de semeadura. Outro fator a ser considerado é que a semeadura cruzada aumenta a mobilização do solo pela semeadora, incrementando a porcentagem de solo descoberto no início do ciclo de desenvolvimento da soja (Procópio et al., 2012b). Isso pode aumentar a emergência de plantas daninhas que precisam de luz para desencadear o processo de germinação e, por outro lado, acelerar a perda de umidade do solo, prejudicando a germinação das sementes e a emergência das plântulas de soja, assim como, expõe o solo aos agentes erosivos, ao contrário do que se preconiza em sistemas conservacionistas, como o plantio direto.

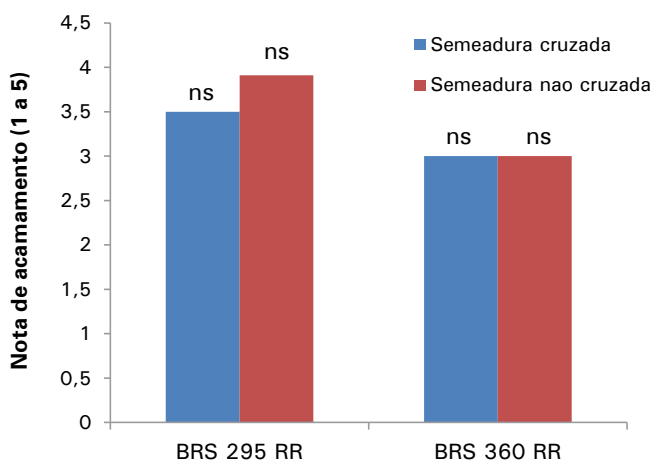
No entanto, a partir da emissão do terceiro trifólio, a porcentagem de cobertura do solo na semeadura cruzada tende a ser maior (Figura 9) (Balbinot Jr. et al., 2012b; Procópio et al., 2012b). A maior cobertura do solo pela soja reduz a penetração de luz e agroquímicos até as folhas próximas ao solo, podendo dificultar o controle de pragas e doenças, como discutido por Lima et al. (2012).



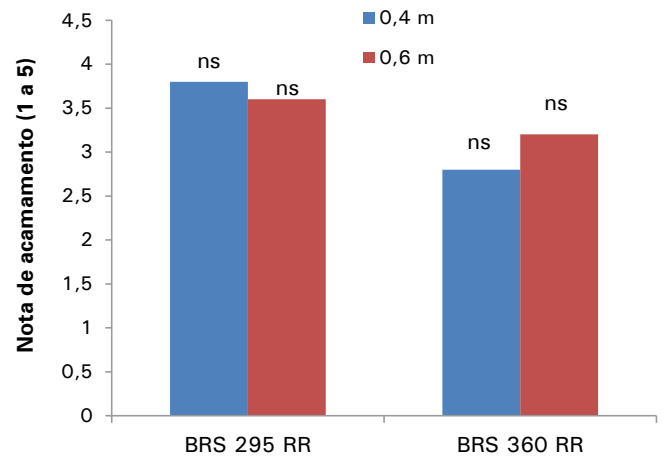
**Figura 9.** Porcentagem de cobertura do solo pelas plantas de soja, cultivar BRS 359 RR (indeterminada), em semeadura cruzada e não cruzada, utilizando espaçamento de 0,6 m e densidade de semeadura de 375 mil sementes ha<sup>-1</sup>. Londrina, PR, safra 2011/2012.

## A semeadura cruzada altera o acamamento de plantas?

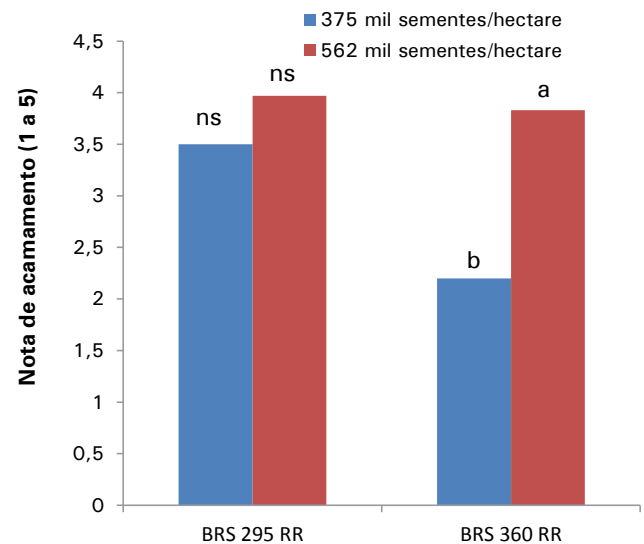
O acamamento constitui-se na queda ou arqueamento das plantas em virtude da flexão da haste e/ou má ancoragem propiciada pelas raízes, o que provoca aumento do autossombreamento das folhas e maior proximidade das vagens ao solo (Balbinot Jr., 2012). O acamamento é altamente indesejável porque dificulta a colheita, reduz a qualidade dos grãos e, dependendo da intensidade e da época, também há perda de produtividade em decorrência do abortamento de flores e vagens e redução do enchimento dos grãos. Para as cultivares BRS 295 RR e BRS 360 RR, a semeadura cruzada não influenciou no acamamento das plantas de soja, considerando a média de dois espaçamentos entre fileiras (0,4 e 0,6 m) e duas densidades de semeadura (375 e 562 mil sementes por hectare) (Figura 10). Da mesma forma, a variação de espaçamento entre as fileiras de 0,4 a 0,6 m também não alterou o acamamento (Figura 11). No entanto, a maior densidade avaliada propiciou aumento do acamamento das plantas na cultivar BRS 360 RR (Figura 12), demonstrando que a quantidade de plantas na área tem maior relevância na definição do acamamento do que a forma com que essas plantas estão distribuídas na área. É importante destacar que os principais fatores que afetam o acamamento são: cultivar, época de semeadura, densidade de plantas, altitude do local e fertilidade do solo (Balbinot Jr., 2012).



**Figura 10.** Acamamento de plantas de duas cultivares de soja (BRS 295 RR - determinada e BRS 360 RR - indeterminada), em semeadura cruzada e não cruzada (média de dois espaçamentos entre fileiras - 0,4 e 0,6 m - e duas densidades de semeadura - 375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup>). Londrina, PR, safra 2012/2013. ns = diferenças não significativas.



**Figura 11.** Acamamento de plantas de duas cultivares de soja (BRS 295 RR - determinada e BRS 360 RR - indeterminada), em dois espaçamentos entre fileiras (média de duas densidades de semeadura - 375 e 562 mil sementes ha<sup>-1</sup> e semeadura cruzada e não cruzada). Londrina, PR, safra 2012/2013. ns = diferenças não significativas.



**Figura 12.** Acamamento de plantas de duas cultivares de soja (BRS 295 RR - determinada e BRS 360 RR - indeterminada), em duas densidades de semeadura (média de dois espaçamentos entre fileiras - 0,4 e 0,6 m e semeadura cruzada e não cruzada). Londrina, PR, safra 2012/2013. ns = diferenças não significativas.

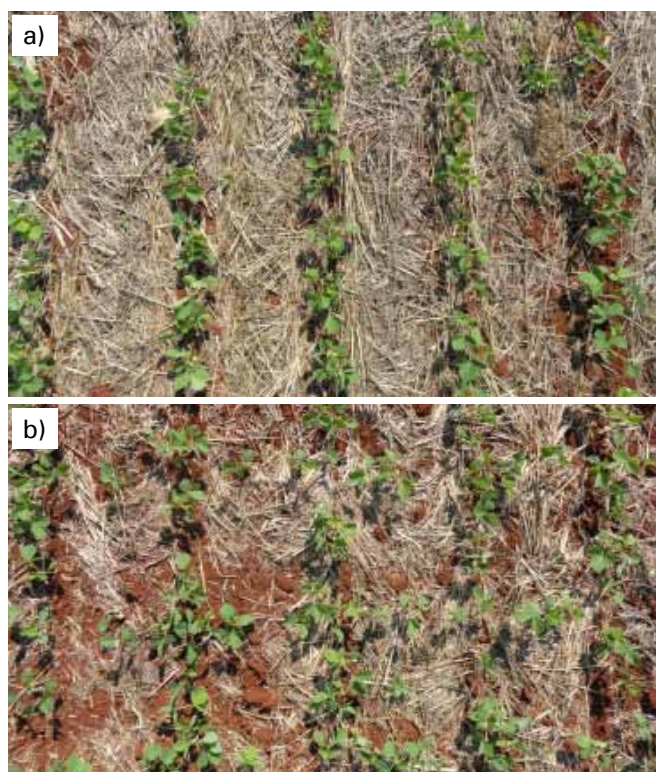
## Desvantagens observadas com o uso da semeadura cruzada

A principal desvantagem dessa forma de semeadura é o dispêndio de horas máquina para realizar a semeadura, que é duplicado, implicando em aumento de custos fixos e variáveis, como depreciação de tratores e semeadoras, combustível e mão-de-obra. A duplicidade de operação para realizar a semeadura cruzada eleva o consumo de combustível, o que propicia aumento na emissão de gases causadores de efeito estufa. Para a semeadura de grandes áreas

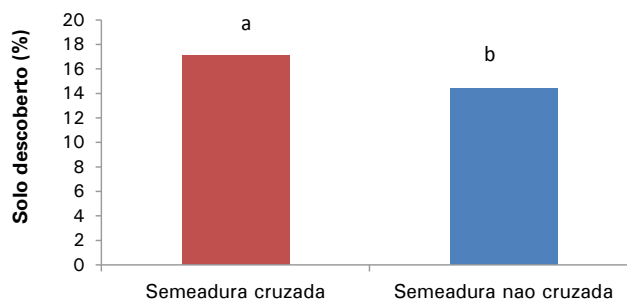
as, dentro dos períodos indicados pelo zoneamento agrícola, o investimento em máquinas necessitaria ser intensificado, elevando, expressivamente, o capital imobilizado. Essa problemática se intensifica em regiões onde é realizado o cultivo de milho de segunda safra, onde atrasos na sementeira da soja podem inviabilizar ou elevar o risco da safrinha de milho.

A sementeira cruzada praticamente não tem como ser realizada em áreas declivosas, com a presença de terraços de base estreita. É importante lembrar que expressiva porcentagem das áreas com soja no Brasil é cultivada nessa circunstância, destacando-se os Estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

Em relação aos efeitos sobre o solo, a sementeira cruzada pode conferir maior compactação em função do aumento de tráfego de tratores e sementeiras, bem como maior revolvimento do solo (Figuras 13 e 14), predispondo o solo ao processo erosivo e aumentando a emergência de plantas daninhas, sobretudo de espécies que precisam de exposição das sementes à luz para a superação da dormência. Enfatiza-se que a compactação do solo e a infestação de plantas daninhas de difícil controle são dois grandes problemas do Sistema Plantio Direto.



**Figura 13.** Maior revolvimento do solo provocado pela sementeira cruzada (b) em relação a sementeira não cruzada (a).



**Figura 14.** Porcentagem de solo descoberto aos 21 dias após a emergência da soja, em sementeira cruzada e não cruzada, safra 2011/12. Balbinot Jr et al. (2012b).

Outra observação prática é que a deposição de sementes da primeira operação de sementeira é prejudicada pela segunda passagem da sementeira e, em alguns casos, a primeira sementeira forma ondulações no terreno, prejudicando a plantabilidade da segunda passagem da sementeira. Isso faz com que haja perda de sementes. Maior concentração de plantas nas intersecções das linhas da primeira e segunda passadas também têm sido observada (Figura 15), o que pode aumentar a competição intraespecífica com prejuízo ao desempenho produtivo da cultura. Além disso, verifica-se um aumento da frequência de embuchamentos da sementeira na segunda operação de sementeira (Figura 16), já que a passada anterior reduz a “ancoragem” dos restos culturais na superfície do solo e, em consequência, diminui a eficiência do disco de corte. A incorporação de resíduos na primeira sementeira também pode provocar embuchamentos, principalmente ao se usar hastes sulcadoras na sementeira.



**Figura 15.** Detalhe da concentração de plantas de soja na intersecção das linhas da primeira e segunda passadas da sementeira, na sementeira cruzada.



**Figura 16.** Aspecto visual de parcela experimental com ocorrência de embuchamento na segunda passada da semeadora, safra 2011/12.

### Consideração final

Os resultados obtidos até o momento apontam que, na maioria dos casos, não há acréscimos significativos na produtividade de grãos com o uso da semeadura cruzada. Além disso, a semeadura cruzada apresenta uma série de desvantagens econômicas e ambientais, como maior consumo de combustível, maior necessidade de máquinas e maior revolvimento do solo.

### Agradecimento

A Coamo Agroindustrial Cooperativa, pela condução dos experimentos em Campo Mourão, PR.

### Referências

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. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4p. 1 CD-ROM. a

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. b

BALBINOT JUNIOR, A.A. Acamamento de plantas na cultura da soja. *Agropecuária Catarinense*, v.25, n.1, p.40-43, 2012.

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*, v.65, n.2, p.285-295, 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*, v.28, n.6, p.954-962, 2012.

PIRES, J.L.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.4, n.2, p.183-188, 1998.

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. a

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; NEUMAIER, N.; PANISON, F. Cobertura do solo e área foliar de uma cultivar de soja de hábito indeterminado 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. b

### Circular Técnica, 98

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Soja**

**Endereço:** Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso  
Orlando Amaral, C.P. 231, 86001-970, Distrito  
de Warta, Londrina, PR

**Fone:** (43) 3371 6000 **Fax:** (43) 3371 6100

**E-mail:** [cnpsa.sac@embrapa.br](mailto:cnpsa.sac@embrapa.br)

1ª edição

On line (2013)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de publicações

**Presidente:** *Ricardo Vilela Abdelnoor*

**Secretário-Executivo:** *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

**Membros:** *Adeney de Freitas Bueno, Adônis Moreira, Alvari Antonio Balbinot Junior, Claudio Guilherme Portela de Carvalho, Décio Luiz Gazzoni, Fernando Augusto Henning, Francimar Correa Marcelino-Guimarães, e Norman Neumaier.*

### Expediente

**Supervisão editorial:** *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

**Normalização Bibliográfica:** *Ademir Benedito Alves de Lima*

**Editoração eletrônica:** *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*