

Foto: Edson Roberto Costenaro



## Avaliação de genótipos de soja em sistema precoce e tardio de semeadura

Osmar Rodrigues<sup>1</sup>  
Mauro César Celaro Teixeira<sup>2</sup>  
Edson Roberto Costenaro<sup>3</sup>

### Introdução

Ao realizar a semeadura de uma cultivar adaptada a uma região em época de semeadura preferencial (meados de novembro, para o Rio Grande do Sul), a cultivar encontrará fotoperíodo e temperatura adequados para o estabelecimento de bom índice de área foliar-IAF (RODRIGUES et

al., 2006), permitindo otimizar a interceptação da radiação incidente e estabelecer um elevado número de nós, em cujas axilas se diferenciam as estruturas reprodutivas (BOARD; HARVILLE, 1992). Nesse contexto, o programa de melhoramento de soja da Embrapa Trigo, tem desenvolvido genótipos para o sistema de produção do RS, concentrando-se preferencialmente para época de semeadura de novembro (RODRIGUES et al.,

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fisiologia, ex-empregado da Embrapa Trigo, Johnston, Iowa, USA.

<sup>3</sup> Químico Industrial, Dr. em Química, Analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

2001). No entanto, ao antecipar ou postergar a data de semeadura, as condições termofotoperiódicas poderão se modificar desfavoravelmente para o genótipo indicado, prejudicando seu crescimento e desenvolvimento. Contudo, em algumas situações, os genótipos não são estabelecidos na época de semeadura para a qual foram criados (meados de novembro) (RODRIGUES et al., 2002). Entre essas situações características na sojicultura do RS, destaca-se a condição de estresse hídrico que a cultura da soja está sujeita, principalmente nas semeaduras em época preferencial. Nessa época, cultivares com hábito de crescimento determinado estabelecem as vagens e enchem seus grãos durante os meses de janeiro e fevereiro, onde ocorrem as menores médias de precipitação pluvial e, conseqüentemente, a maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica no solo, coincidindo justamente com a fase de maior demanda hídrica da planta. Nessa situação, o uso do sistema precoce de semeadura (RODRIGUES et al., 2007) poderia evitar essa coincidência. Portanto, o conhecimento inicial do crescimento, do desenvolvimento e da produção de grãos das cultivares de soja liberadas no mercado pela Embrapa Trigo, em semeadura precoce (antes da época preferencial) é uma necessidade para adequar a cultivar à exploração máxima dos recursos do ambiente (água, luz, temperatura, radiação e nutrição), melhorando a sustentabilidade do sistema de produção de soja.

Outra condição importante que pode dificultar a produção de soja em época de semeadura preferencial, é o sistema de produção na qual a soja está inserida, pois para compor a produtividade anual da propriedade, a soja é distribuída no ano agrícola com outras culturas, o que pode impor atraso em sua semeadura. O exemplo mais comum dessa situação no RS, tem sido a semeadura de soja após o cultivo de cereais de inverno ("duplo cultivo"). Nesse sistema, a soja é semeada a partir do início de dezembro e em algumas situações até meados de janeiro, onde as condições termofotoperiódicas são desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura e estratégias de manejo compensatórias, que maximizam a interceptação da radiação solar devem ser adotadas.

Portanto, nessas condições precoces/tardias onde as condições termofotoperiódicas se modificam desfavoravelmente ao crescimento e de-

envolvimento da cultura, a utilização de arranjos adequados de genótipos no espaço e no tempo, tem sido apontada como estratégia fundamental para manter ou aumentar o rendimento de grãos (BARNI; BERGAMASCHI, 1981; BARNI et al., 1985; RODRIGUES et al., 2001).

Finalmente, tais arranjos no tempo e no espaço para obtenção de máximo rendimento de grãos, necessitam da geração de uma área foliar crítica (Índice de Área Foliar - IAF de 3,5 a 4,0) necessária para interceptação de 95% da radiação incidente. Para atender esse objetivo, foram desenvolvidos pela Embrapa Trigo atividades procurando definir o melhor arranjo espacial e temporal dos genótipos de soja desenvolvidas pela Embrapa Trigo.

## Materiais e Métodos

Na safra agrícola (2013/2014) foram estudados quatro genótipos de soja promissores (transgênicas): PF 11032 RR; PF 11157 RR; PF 11164 RR e PF 11168 RR, no município de Passo Fundo, RS. Posteriormente o genótipo PF 11164 RR foi lançado comercialmente com nome de BRS 5601 RR. Os genótipos foram semeados em três épocas (30/10/2013; 29/11/2013 e 21/12/2013). A inclusão da época de semeadura de novembro foi utilizada no estudo como padrão de comparação. As sementes foram inoculadas e estabelecidas em sistema de semeadura direta, e foram estudadas duas populações de plantas (20 e 30 plantas/m<sup>2</sup>) em dois espaçamentos entre fileiras (25 cm e 50 cm). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas e três repetições. As médias foram comparadas pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade. A parcela principal foi constituída pelos genótipos, os espaçamentos pela sub-parcelas e as densidades constituíram as sub-subparcelas.

As adubações de P e K foram efetuadas antes da semeadura, conforme recomendações técnicas para a cultura da soja. Foram realizadas aplicações de inseticidas e herbicidas, para controle de pragas e plantas indesejadas. Durante o período de execução do experimento foram realizadas irrigações para evitar interferência negativa da

deficiência hídrica. Foram avaliadas as ocorrências dos estádios de: emergência; estágio R2 e maturação. No estágio R2 foram avaliados o IAF (Índice de Área Foliar) e interceptação de radiação. No estágio R8 foram avaliados os rendimentos de grãos e seus componentes.

## Resultados e Discussão

### Fenologia comparada

As características de crescimento e desenvolvimento dos genótipos liberados pela Embrapa Trigo foram avaliadas, no sentido de identificar características distintas que possibilitem a sua melhor adequação às condições de cultivo do RS. Nesse sentido, foi observado uma tendência de aumento do sub-período (Em-R2) no genótipo PF 11168 RR em comparação aos demais genótipos (Tabela 1), nas diferentes épocas de semeaduras. Por outro lado, tal diferença desapareceu durante a fase reprodutiva (R2-R8).

Ao analisar o comportamento dos genótipos submetidos a diferentes regimes de temperatura e fotoperíodo por meio das diferentes épocas de semeaduras, observou-se diferenças entre a duração dos sub-períodos, Em-R2 e R2-R8 (Tabela 1). Contudo, a redução do ciclo total (Em-R8) entre os genótipos em função das épocas de semeadura (efeito termofotoperiódico) foi devido a maior redução na duração do estágio R2-R8 (22%) do que no estágio Em-R2 (15%).

O genótipo PF 11164 RR foi lançado comercialmente com nome de BRS 5601 RR. A designação numérica no nome da cultivar, representa o seu respectivo grupo de maturação relativo (GM 5.6). Considerando as variações termofotoperiódicas a que os demais genótipos foram submetidos e as durações semelhantes das respectivas fases, provavelmente eles possuem grupos de maturação semelhantes à cultivar BRS 5601 RR. No entanto, estudos específicos para caracterização do GM devem ser realizados, para uma afirmação mais precisa, principalmente para o genótipo PF 11168 RR.

**Tabela 1.** Duração (dias) dos estádios fenológicos dos genótipos transgênicos de soja semeadas em 30/10/2013; 29/11/2013 e 21/12/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Genótipos	Duração dos sub-períodos								
	Em-R2 <sup>1</sup>			R2-R8			Em-R8		
	Out.	Nov.	Dez.	Out.	Nov.	Dez.	Out.	Nov.	Dez.
PF 11032 RR	54	48	44	80	71	60	134	119	104
PF 11157 RR	52	48	44	82	71	60	134	119	104
BRS 5601 RR	52	48	44	83	71	60	135	119	104
PF 11168 RR	57	52	51	80	71	56	137	123	107

<sup>1</sup> Em = emergência; R2 = floração plena; R8 = maturação plena.

### Caracterização ecofisiológica

Na semeadura de outubro, o melhor desempenho produtivo (rendimento de grãos) foi obtido para a cultivar BRS 5601 RR, em comparação aos demais genótipos. No entanto, este rendimento foi estatisticamente equivalente àquele obtido para os genótipos PF 11032 RR e PF 11157 RR (Tabela 2). O mais baixo desempenho produtivo foi observado no genótipo PF 11168 RR, o que poderia ser associado ao baixo número de grãos e de vagens/m<sup>2</sup>.

Com relação a semeadura em época preferencial (novembro), não foi observada diferença significativa no rendimento de grãos entre os genótipos estudados, apenas uma pequena queda na produção de grãos (Tabela 3) comparativamente a semeadura precoce (Tabela 2), independentemente do arranjo de plantas utilizados.

Finalmente, em semeadura tardia (dezembro) foram observados os menores desempenhos produtivos dos genótipos estudados, com destaque negativo para PF 11168 RR (Tabela 4) que não atingiu os 2.000 kg/ha, provavelmente pelo baixo número grãos e de vagens/m<sup>2</sup>.

**Tabela 2.** Caracterização ecofisiológica de genótipos de soja semeados em 30/10/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Características	Valores médios <sup>1</sup>			
	PF 11032 RR	PF 11157 RR	BRS 5601 RR	PF 11168 RR
Rendimento de grãos 13% (kg/ha)	3.361 ab	3.307 ab	3.725 a	3.083 b
Biomassa total (kg/ha)	7.841 b	6.817 b	7.959 b	10.419 a
Índice de colheita (%)	38 a	42 a	41 a	26 b
Número de grãos/m <sup>2</sup>	2.388 a	2.037 ab	2.190 ab	1.846 b
Número de vagens/m <sup>2</sup>	1.216 a	1.095 ab	1.190 a	973 b
PMS <sup>2</sup> (g)	122 b	141 a	147 a	145 a
Grãos/vagem	1,96 a	1,85 a	1,85 a	1,94 a
IAF <sup>3</sup>	2,5 a	2,5 a	2,5 a	3,1 a

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

<sup>2</sup> Peso de mil sementes;

<sup>3</sup> Índice de área foliar.

**Tabela 3.** Caracterização ecofisiológica de genótipos de soja semeados em 29/11/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Características	Valores médios <sup>1</sup>			
	PF 11032 RR	PF 11157 RR	BRS 5601 RR	PF 11168 RR
Rendimento de grãos 13% (kg/ha)	2.886 a	3.001 a	3.004 a	2.743 a
Biomassa total (kg/ha)	7.749 a	6.585 b	6.952 b	8.275 a
Índice de colheita (%)	33 b	40 a	38 a	29 c
Número de grãos/m <sup>2</sup>	1.961 a	1.741 b	1.706 b	1.634 b
Número de vagens/m <sup>2</sup>	1.102 a	949 b	993 b	928 b
PMS <sup>2</sup> (g)	128 c	150 ab	153 a	146 b
Grãos/vagem	1,76 a	1,84 a	1,71 a	1,75 a
IAF <sup>3</sup>	3,4 b	3,7 ab	2,5 c	4,1 a

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

<sup>2</sup> Peso de mil sementes;

<sup>3</sup> Índice de área foliar.

**Tabela 4.** Caracterização ecofisiológica de genótipos de soja semeados em 21/12/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Características	Valores médios <sup>1</sup>			
	PF 11032 RR	PF 11157 RR	BRS 5601 RR	PF 11168 RR
Rendimento de grãos 13% (kg/ha)	2.501 ab	2.768 a	2.444 ab	1.944 b
Biomassa total (kg/ha)	5.070 a	5.100 a	5.025 a	4.821 a
Índice de colheita (%)	43 ab	47 a	42 ab	35 b
Número de grãos/m <sup>2</sup>	1.931 a	1.776 ab	1.634 ab	1.369 b
Número de vagens/m <sup>2</sup>	945 a	892 a	803 ab	681 b
PMS <sup>2</sup> (g)	112 c	136 a	130 ab	123 b
Grãos/vagem	2,0 a	1,9 a	2,0 a	2,0 a
IAF <sup>3</sup>	3,3 a	3,1 a	2,9 a	3,5 a

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

<sup>2</sup> Peso de mil sementes;

<sup>3</sup> Índice de área foliar.

## Arranjo espacial de plantas

### Sistema precoces de semeadura (SPS)

Foram observadas diferenças significativas no rendimento de grãos em função da densidade de semeadura (Tabela 5), independente dos genótipos utilizados. De forma geral, não houve interação significativa entre os tratamentos estudados, apenas diferenças simples foram observadas (Tabela 5). A densidade de 20 plantas/m<sup>2</sup> obteve melhor desempenho no rendimento e no número de grãos/m<sup>2</sup> apesar da redução no IAF. A densidade de semeadura reduzida (20 plantas/m<sup>2</sup>) em semeaduras precoces com espaçamento reduzido pode reduzir os custos de produção. Os demais componentes de rendimento estudados, não foram afetados pelas densidades de plantas utilizadas (Tabela 5).

Com relação ao espaçamento entre fileiras, observou-se que o espaçamento reduzido (25

cm), produziu mais biomassa e peso de mil grãos (PMS) (Tabela 2) que o espaçamento de 50 cm. Contudo o espaçamento menor, não foi suficiente para superar estatisticamente a produção de grãos do espaçamento de 50 cm, uma vez que os índices de colheita (IC) foram praticamente os mesmos. Os demais componentes, não foram alterados significativamente pelo espaçamento de plantas estudadas. A maior produção de biomassa e PMS no espaçamento de 25 cm, poderia ser atribuída a mais rápida e maior radiação interceptada (RI) nesse espaçamento, decorrente da melhor distribuição de plantas no espaço. Observa-se ainda que o aumento no número de destinos reprodutivos (número de grãos/m<sup>2</sup>) foi obtido pela redução da densidade de plantas e não pela redução do espaçamento (Tabela 5). Provavelmente, decorrente da melhor distribuição de plantas no espaço e o rápido acúmulo de área foliar (BOARD; HARVILLE, 1992).

**Tabela 5.** Efeito da densidade e do espaçamento no rendimento de grãos e componentes do rendimento de genótipos de soja, semeados em 30/10/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Tratamentos	Semeadura de Outubro <sup>1</sup>									
		Rendimento de grãos (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m <sup>2</sup>	Grãos/m <sup>2</sup>	Grãos/Vagem	Índice de área foliar	
Densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	20	3.456 a	37 a	138 a	8.338 a	1.156 a	2.186 a	1,9 a	2,4 b	
	30	3.281 b	36 a	140 a	8.180 a	1.081 a	2.045 b	1,9 a	3,0 a	
Espaçamento (cm)	25	3.443 A	36 A	140 A	8.662 A	1.141 A	2.141 A	1,8 A	2,8 A	
	50	3.295 A	37 A	138 B	7.856 B	1.097 A	2.090 A	1,9 A	2,6 A	

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Sistema normal de semeadura (SNS)

Da mesma forma que em semeadura precoce, não houve diferença significativa no rendimento de grãos com a utilização de 20 plantas/m<sup>2</sup> ou 30 plantas/m<sup>2</sup> (Tabela 6), independente dos genótipos usados. Dessa forma, levando em consideração o aspecto econômico em termos de quantidade de sementes utilizadas (insumo), a recomendação de 20 plantas/m<sup>2</sup> pode ser a mais adequada.

Por outro lado, observou-se diferença significativa no rendimento de grãos quando se utilizou o espaçamento reduzido (25 cm) nos genótipos em estudo (Tabela 6). Tal desempenho nesse espaçamento, pode ser atribuído a maior produção de biomassa e sua conversão em grãos, decorrentes do acúmulo de área foliar mais rápido e consequentemente mais rápida interceptação da radiação solar (BOARD; HARVILLE, 1992). Assim, espaçamento reduzido entre fileiras de soja de 25 cm parece ser o mais adequado nessa situação, para os genótipos em estudo.

### Sistema tardio de semeadura (STS)

Com relação ao efeito dos tratamentos de espaçamentos e de densidades de semeaduras, independente dos genótipos utilizados, uma vez que não houve interação entre esses fatores, observou-se ausência de efeito no rendimento de grãos (Tabela 7). Pequenas diferenças entre os tratamentos de espaçamento foram observadas

em relação a produção de biomassa, mas sem reflexo significativo no rendimento de grãos. Nessa situação, em que não houve diferença significativa entre as duas populações de plantas utilizadas, a densidade de 20 plantas/m<sup>2</sup> poderia ser utilizada para melhorar o benefício econômico, sem abrir mão do potencial de rendimento de grãos.

**Tabela 6.** Efeito da densidade e do espaçamento no rendimento de grãos e componentes do rendimento de genótipos de soja, semeados em 29/11/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Tratamentos	Semeadura de Novembro <sup>1</sup>								
		Rendimento de grãos (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m <sup>2</sup>	Grão/m <sup>2</sup>	Grão/Vagem	Índice de área foliar
Densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	20	2.918 a	35 a	144 a	7.385 a	993 a	1.769 a	1,8 a	3,2 b
	30	2.900 a	35 a	145 a	7.396 a	993 a	1.752 a	1,8 a	3,6 a
Espaçamento (cm)	25	3.018 A	35 A	144 A	7.682 A	1.019 A	1.831 A	1,8 A	3,5 A
	50	2.799 B	35 A	145 A	7.099 B	967 A	1.690 B	1,7 B	3,3 A

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 7.** Efeito da densidade e do espaçamento no rendimento de grãos e componentes do rendimento de genótipos de soja, semeados em 21/12/2013. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Tratamentos	Semeadura de Dezembro <sup>1</sup>									
		Rendimento de grãos (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m <sup>2</sup>	Grão/m <sup>2</sup>	Grão/Vagem	Índice de área foliar	
Densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	20	2.352 a	42 a	125 a	5.092 a	809 a	1.641 a	2,0 a	3,0 a	
	30	2.478 a	42 a	126 a	4.917 a	853 a	1.713 a	2,0 a	3,3 a	
Espaçamento (cm)	25	2.488 A	42 A	127 A	5.145 A	845 A	1.713 A	2,0 A	3,1 A	
	50	2.340 A	43 A	124 A	4.863 B	817 A	1.642 A	2,0 A	3,3 A	

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Referências

BARNI, N. A.; BERGAMASCHI, H. Alguns princípios técnicos para a semeadura. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. Cap. 10, p. 476-480.

BARNI, N. A.; GOMES, J. E. de S.; HILGERT, E. R.; ZANOTELLI, V. Épocas de semeadura de cultivares de soja para o Rio Grande do Sul. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 28, p. 25-30, set. 1985.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Explanation for greater light interception in narrow-vs. Wide-row soybean. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 1, p. 198-202, 1992.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F. **Rendimento de grãos de soja em resposta à época de semeadura**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 3 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 65). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co65.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co65.htm)>.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F. **Avaliação de cultivares de soja transgênica (BRS-RR) em sistema precoce de semeadura (SPS)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 30 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 45). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp45.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp45.htm)>.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; SÓRIO, I. **Efeito da fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (*Glycine***

**Max L. Merrill)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 27 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 33). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp33.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp33.htm)>.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; LHAMBY, J. C. B.; BONATO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F. **Sistema tardio de semeadura de soja (STS)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 16 p. html. (Embrapa Trigo. Circular técnica online; 11). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_ci11.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci11.htm)>.

### Comunicado Técnico, 357

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Trigo**  
Endereço: Rodovia BR 285, km 294  
Caixa Postal, 3081  
99050-970 Passo Fundo, RS  
Fone: 54 3316-5800  
Fax: 54 3316-5802  
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

1ª Edição  
Versão on-line (2016)

#### Comitê de Publicações

Comitê de Publicações da Unidade  
**Presidente:** Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi  
**Vice-presidente:** Leila Maria Costamilan  
**Membros:**  
Anderson Santi, Genei Antonio Dalmago,  
Paulo Roberto Valle da Silva Pereira,  
Sandra Maria Mansur Scagliusi,  
Tammy Aparecida Manabe Kiihl,  
Vladirene Macedo Vieira

#### Expediente

**Editoração Eletrônica:** Fátima Maria De Marchi  
**Normalização bibliográfica:** Maria Regina Martins