

Foto: Edson Roberto Costenaro



População de plantas e espaçamento entre fileiras em sistemas precoce e tardio de semeadura de soja, em Passo Fundo

Osmar Rodrigues¹
Mauro César Celaro Teixeira²
Edson Roberto Costenaro³

Introdução

A utilização inadequada de população de plantas e espaçamento entre fileiras nas diferentes épocas do ano, são fatores que podem limitar o potencial de rendimento de grãos de cultivares de soja com diferentes grupos de maturação. Essa inadequação, pode afetar o crescimento tanto vegetativo como reprodutivo, pelo efeito da tem-

peratura e do fotoperíodo sobre a duração destes períodos (RODRIGUES et al., 2006a). Cultivares mais precoces (GM V) estabelecidas em épocas de baixo crescimento e cultivares mais tardias (GM VII) estabelecidas em épocas de maior crescimento, são exemplos mais comuns de tais inadequações. Nas cultivares de grupo maturação mais baixo (p. ex. BMX Energia RR – GM 5.3), a redução do tempo para o florescimento pode ter um reflexo negativo no desenvolvimento da

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

² Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fisiologia, empregado da Embrapa Trigo, Johnston, Iowa, USA.

³ Químico Industrial, Dr. em Química, Analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

área foliar e consequente aproveitamento da radiação disponível. Por outro lado, cultivares mais tardias (p.ex. BRS 243 RR – GM 6.7), expostas a condições de ambiente para maior duração do período vegetativo, também poderão ter reflexos negativos na produção de grãos, decorrente de uma maior área foliar provocando auto-sombreamento, reduzindo a eficiência de conversão da radiação interceptada. O desenvolvimento adequado da estrutura da planta é condição indispensável para eficiente absorção da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pelos tecidos fotossintetizantes. Tal estrutura (Canopy) depende das condições de fotoperíodo e de temperatura durante o crescimento da cultura (RODRIGUES et al., 2006b), bem como da cultivar utilizada (Grupo de maturação). Contudo, em algumas situações, a época de semeadura de novembro, que é preferencial para a cultura da soja, não pode ser utilizada (RODRIGUES et al., 2002). Portanto, nessas condições, se estratégias de manejo procurando maximizar a interceptação da radiação solar, pela adequação de cultivares no tempo e no espaço, não forem usadas, o rendimento de grãos poderá ser afetado negativamente (BARNI; BERGAMASCHI, 1981; BARNI et al., 1985 e RODRIGUES et al., 2001). Na semeadura de soja em época preferencial no RS (meados de novembro), predominam as cultivares com hábito de crescimento determinado que estabelecem as vagens e enchem os grãos durante os meses de janeiro e fevereiro. Nesses meses, tem-se as menores médias de precipitação pluvial e, consequentemente, a maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica no solo, coincidindo com a fase de maior demanda hídrica da planta. Nessa situação, o uso do sistema precoce de semeadura (SPS) proposto por Rodrigues et al. (2007) poderia evitar essa coincidência. Para tal, a escolha de cultivar com GM adequado, a população de plantas e o espaçamento entre fileiras para o máximo aproveitamento da radiação, são condições primordiais. Portanto, o conhecimento inicial do crescimento e do desenvolvimento da soja, em semeadura precoce (antes da época preferencial) é uma necessidade para adequar a cultura ao máximo aproveitamento e eficiência de uso de radiação para exploração do seu potencial produtivo.

Por outro lado, nas semeaduras de soja após o cultivo de cereais de inverno (“duplo cultivo”) a

partir de início de dezembro e semeaduras mais tardias (meados de janeiro), o encurtamento do período vegetativo (emergência-floração) assume importância fundamental, independentemente do grupo de maturação. Nesta situação o fator de ambiente de maior importância é o fotoperíodo e a sua interação com a temperatura durante o período de enchimento de grãos (EGLI et al., 1987). Assim, cultivares do grupo de maturação VI ou VII que apresentam maior plasticidade, são mais recomendados. Tais cultivares pela maior duração do seu ciclo estão mais expostas a possíveis danos de geadas. Nessa situação cultivares do GM V, em semeaduras tardias completam seu ciclo (emergência-maturação) antes da ocorrência de geadas. Contudo, apresentam redução no seu crescimento com um IAF (Índice de Área Foliar) abaixo do ponto crítico (3,5 a 4,0) com problemas na fertilização da flor (“pega”) e/ou enchimento de grãos, no entanto, tal comportamento pode ser minimizado pela utilização de um arranjo espacial adequado. Assim, informações do comportamento de cultivares do GM V em sistema tardio de semeadura (STS) é uma necessidade para obtenção de rendimentos aceitáveis.

O objetivo do trabalho foi verificar a resposta de produção de soja de grupos de maturação baixos, submetida a mudanças de espaçamento e de densidade em épocas de semeaduras precoce e tardia.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, nos meses outubro (SPS) e dezembro (STS) de 2011. O solo da unidade experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico. O estudo, fez uma análise comparativa das cultivares transgênicas de soja BRS 243 RR (GM 6.7), BRS Estância RR (GM 6.1) e BMX Energia RR (GM 5.3) como padrão precoce. Os genótipos foram submetidos a dois espaçamentos entre fileiras (0,25 m e 0,50 m) e duas densidades de plantas (20 plantas/m² e 30 plantas/m²). O experimento foi estabelecido em sistema de semeadura direta realizada sobre resteva

de aveia preta. As sementes foram tratadas com fungicida/inseticida e inoculadas com estirpes específicas. Para a manutenção dos nutrientes do solo foram aplicados 300 kg/ha de adubo químico na fórmula 0-25-25 antes da semeadura, conforme indicações técnicas para a cultura da soja.

Durante o ciclo da cultura, foram realizadas irrigações para evitar a interferência negativa do déficit hídrico, por meio da suplementação total de 120 mm, divididos em 10 irrigações. O controle de doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados conforme as indicações técnicas para a cultura da soja.

Foram registradas as datas dos estádios fenológicos R1 (início da floração), R2 (floração plena), R5 (início do enchimento de grãos) e R8 (maturação plena) (FEHR; CALVINESS, 1977). No estágio R8, a partir de uma amostra de 0,2 m², coletada de cada parcela experimental, foram determinados o peso seco de biomassa. O rendimento de grãos, componentes do rendimento (peso de mil grãos; vagens/m²; grãos/vagens e grãos/m²) e Índice de colheita (IC) foram determinados em uma área de 4 m², colhida em cada parcela experimental.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas em três repetições. As parcelas principais foram constituídas pelos genótipos, as sub-parcelas pelos espaçamentos e as sub-subparcelas

pelos espaçamentos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F, sendo a diferença entre as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Sistema Precoce de Semeadura (SPS)

O rendimento de grãos foi semelhante entre as cultivares de GM 5.3 (BMX Energia RR) e GM 6.1 (BRS Estância RR) (Tabela 1). A cultivar de GM 6.7 (BRS 243 RR), apresentou menor rendimento entre as cultivares estudadas, possivelmente devido ao peso menor das sementes, uma vez que o número de grãos/m², número de grãos por vagem e o número de vagens/m² não foram diferentes entre as cultivares (Tabela 1). O valor reduzido do Índice de colheita (IC) apresentado pela cultivar BRS 243 RR em relação às demais cultivares, pode ser atribuído a sua baixa produtividade de grãos decorrente do baixo peso de sementes, uma vez que a sua produção de biomassa foi semelhante as demais cultivares.

Com relação ao efeito da densidade e do espaçamento no rendimento de grãos observou-se que, não houve diferença entre os tratamentos estudados (Tabela 2). Não houve interação signifi-

Tabela 1. Médias de rendimento de grãos e componentes do rendimento de cultivares de soja, semeadas em 11/10/2011. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Cultivar	Semeadura de Outubro							
	Rendimento de grãos ¹ (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m ²	Grãos/Vagem	Grãos/m ²	
BRS 243 RR (GM 6.7)	3.437 B	28,3 C	131 C	10.537 A	1.128 A	2,0 A	2.297 A	
BRS Estância RR (GM 6.1)	4.008 AB	33,9 B	183 A	10.267 A	905 A	2,1 A	1.903 A	
BMX Energia RR (GM 5.3)	4.078 A	37,3 A	160 B	9.572 A	1.088 A	2,0 A	2.211 A	
CV (%)	10,9	5,1	9,4	11,5	21,8	2,5	21,1	

¹ Valores seguidos pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

ficativa entre os tratamentos, sendo observadas apenas diferenças simples (Tabela 2). Nessa situação, a densidade de 20 plantas/m² apresentou desempenho semelhante ao sistema que utilizou 30 plantas/m². Destaca-se ainda a melhor partição de massa em grãos (IC) apresentado pela densidade de 20 plantas/m². Os demais componentes de rendimento não foram afetados pelas densidades de plantas utilizadas (Tabela 2).

Com relação ao espaçamento, observou-se que o espaçamento reduzido (25 cm), produziu mais biomassa e vagens/m² (Tabela 2) que o espaçamento de 50 cm. Contudo o espaçamento reduzido (25 cm) não foi estatisticamente superior a produção de grãos do espaçamento de 50 cm, uma vez que os IC foram praticamente os mesmos. Os demais componentes não foram alterados significativamente pelo espaçamento de plantas estudados. A maior produção de biomassa e vagens no espaçamento de 25 cm, poderia ser atribuída a maior radiação interceptada (RI) nesse espaçamento, decorrente da melhor distribuição de plantas no espaço e o rápido acúmulo de área foliar (BOARD; HARVILLE, 1992). Observa-se ainda que o número de vagens/m² esteve mais associado a redução do espaçamento do que a densidade de plantas.

Considerando que o rendimento de grãos foi o mesmo nas duas densidades, a utilização de 20 plantas/m² implicaria em redução no custo de produção sem o risco de redução significativa no rendimento de grãos. Assim, a produção e o benefício econômico poderiam ser suficientes para suportar a redução da população de soja de densidade de 30 plantas/m², correntemente utilizada na região (REUNIÃO..., 2014). O mesmo

comportamento foi observado com relação ao espaçamento reduzido (25 cm), ou seja, nesse espaçamento a produtividade se manteve estatisticamente a mesma que o espaçamento de 50 cm (Tabela 2). Nessa situação, qualquer um dos espaçamentos poderia ser utilizado sem prejuízo para produção de grãos. Contudo, preferencialmente a utilização do espaçamento reduzido, com maior capacidade de produção de biomassa e vagens/m², pode fornecer uma condição de maior segurança, principalmente em anos mais quentes e secos com uso de cultivares de grupo de maturação baixo (p.ex. GM 5.3 BMX Energia RR). Por outro lado, o uso da cultivar BRS Estância RR (GM 6.1) poderia também nos dar essa maior segurança, sem abrir mão da produtividade.

Sistema Tardio de Semeadura (STS)

Nessa época de semeadura (29/12/11), o rendimento de grãos entre as cultivares estudadas não apresentou diferenças significativas (Tabela 3), embora a cultivar BRS 243 RR (GM 6.7) tenha maior número de vagens e grãos/m², comparativamente as demais cultivares. Tais componentes não foram suficientes para compensar o reduzido peso de grãos apresentado por essa cultivar, em relação as demais (Tabela 3). Considerando essa época tardia de semeadura, onde as condições de temperatura e fotoperíodo reduzem o potencial de rendimento implicando em baixa produção de biomassa, percebe-se que cultivares com GM menores ou precoces, como a BMX Energia RR, podem produzir rendimento de grãos equivalentes as demais cultivares com

Tabela 2. Efeito da densidade e do espaçamento no rendimento médio de grãos e componentes do rendimento nas cultivares de soja, semeadas em 11/10/2011. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Tratamentos		Semeadura de Outubro						
		Rendimento de grãos ¹ (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m ²	Grãos/m ²	Grãos/Vagem
Densidade (plantas/m ²)	20	3.943 A	34,0 A	157 A	10.164 A	1.080 A	2.208 A	2,0 A
	30	3.739 A	32,0 B	159 A	10.087 A	1.000 A	2.066 A	2,0 A
Espaçamento (cm)	25	4.004 A	32,5 A	159 A	10.703 A	1.088 A	2.207 A	2,0 A
	50	3.678 A	33,7 A	158 A	9.548 B	992 B	2.067 A	2,0 A

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

GM mais tardios (Tabela 3). E, considerando que cultivares precoces reduzem o ciclo (emergência - R8) – como observado neste estudo, onde a cultivar BMX Energia RR apresentou um ciclo 16 dias menor que a cultivar BRS 243 RR (Tabela 4), oferecem maior probabilidade de escape ao frio ou geada na maturação, com potencial de produção comparável a uma cultivar tardia (BRS 243 RR).

Com relação ao efeito dos tratamentos de espaçamentos e de densidades de sementeiras no

STS, independente das cultivares utilizadas, uma vez que não houve interação entre esses fatores, observou-se ausência de efeito no rendimento de grãos (Tabela 5). Diferenças estatísticas, entre os tratamentos de espaçamento e densidade foram observadas em relação ao peso de sementes, o que não teve efeito significativo no rendimento de grãos. Nessa situação a densidade de 20 plantas/m² e o espaçamento de 25 cm poderiam ser utilizadas para melhor benefício econômico da reduzida população de plantas, mantendo o potencial de rendimento de grãos.

Tabela 3. Média de rendimento de grãos e componentes do rendimento de cultivares de soja, semeadas em 29/12/2011. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Cultivar	Semeadura de Outubro						
	Rendimento de grãos ¹ (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m ²	Grãos/Vagem	Grãos/m ²
BRS 243 RR	2.969 A	37,8 A	106 C	6.854 A	1.024 A	2,4 A	2.438 A
BRS Estância RR	2.711 A	34,3 A	151 A	6.984 A	701 C	2,2 A	1.565 C
BMX Energia RR	2.762 A	38,1 A	132 B	6.341 A	851 B	2,1 A	1.823 B
CV (%)	12,7	9,4	6,2	13,7	8,1	8,2	8,6

¹ Valores seguidos pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

Tabela 4. Duração (dias) dos estádios fenológicos das cultivares transgênicas de soja semeadas em 11/10/2011 e 29/12/2011. Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS.

Cultivar	Duração dos sub-períodos					
	Em - R2*		R2 - R8 ¹		Em - R8	
	Out	Dez	Out	Dez	Out	Dez
BRS 243 RR	87	54	76	57	163	111
BRS Estância RR	69	50	81	57	150	107
BMX Energia RR	64	45	73	50	137	95

¹ Estádios de desenvolvimento segundo Fehr e Calviness, 1977.

Tabela 5. Efeito da densidade e do espaçamento na média de rendimento de grãos e componentes do rendimento nas cultivares de soja, semeadas em 29/12/2011. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Tratamentos		Semeadura de Novembro						
		Rendimento de grãos ¹ (kg/ha)	Índice de colheita (%)	Peso de mil grãos (g)	Biomassa (kg/ha)	Vagem/m ²	Grãos/m ²	Grãos/Vagem
Densidade (plantas/m ²)	20	2.823 A	37,0 A	127 B	6.659 A	872 A	1.991 A	2,3 A
	30	2.805 A	36,4 A	133 A	6.793 A	845 A	1.892 A	2,2 A
Espaçamento (cm)	25	2.825 A	36,4 A	127 B	6.821 A	869 A	1.985 A	2,3 A
	50	2.803 A	37,0 A	132 A	6.632 A	849 A	1.899 A	2,2 A

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

Conclusões

Na semeadura precoce (outubro), considerando os espaçamentos e as populações de plantas utilizadas, observou-se que o desempenho produtivo da cultivar precoce (GM 5.3), foi superior ao da cultivar tardia (GM 6.7). O rendimento de grãos em densidade de 20 plantas/m² foi semelhante ao da densidade de 30 plantas/m², independentemente das cultivares e espaçamento utilizados.

A utilização da densidade de 20 plantas/m², pode contribuir para redução dos custos de produção.

Com relação aos espaçamentos, não se observou diferenças significativas no rendimento de grãos, apenas no espaçamento de 25 cm houve uma maior produção de biomassa e, portanto, uma condição de maior segurança para cultivares de grupo de maturação baixo, como no caso da cultivar BMX Energia RR (GM 5.3). Em termos de solução pelo uso de cultivares, a cultivar BRS Estância RR (GM 6.1) poderia dar essa maior segurança, uma vez que nesse espaçamento se teria uma maior produção de biomassa para essa cultivar, se contrapondo a uma possível menor produção decorrente de um ano mais frio ou mais seco.

No SPS, o maior número de destinos reprodutivos (vagens/m²) foi obtido pela redução de espaçamento e não pelo aumento da população de plantas.

Na semeadura tardia (dezembro), independente da cultivar, não se observou diferenças significativas no rendimento de grãos entre densidades de 20 plantas/m² ou 30 plantas/m² e entre os espaçamentos de 25 cm e 50 cm entre fileiras. Entretanto, a possibilidade de redução da densidade para 20 plantas/m² tanto em semeadura precoce como nas tardias, poderiam reduzir custos de produção. Cultivares precoces, do GM V, em semeaduras tardias oferecem maior segurança pela menor probabilidade de exposição ao frio ou a geada na maturação, apresentando potencial de produção comparável a uma cultivar do GM 6.7 como é o caso da BRS 243 RR.

Estudos adicionais, em anos diferentes estão sendo conduzidos para verificar variabilidade

no comportamento de outras cultivares, considerando também diferenças nos hábitos de crescimento.

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.
- EGLI, D. B.; GUFFY, R. D.; HEITHOLT, J. J. Factors Associated with Reduced Yields of Delayed Plantings of Soybean. **J. Agronomy & Crop Science**, Berlin and Hamburg, v. 159, p. 176-185, 1987.
- FEHR, W. R.; CALVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Cooperative Extension Service, 1977. 11 p. (Special report, 80).
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 40., 2014, Pelotas. **Indicações técnicas para a cultura da soja do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, safras 2013/2014 e 2014/2015**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 124 p.
- 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>.
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; TEIXEIRA, M. C. C.; GUARESCHI, R. **Efeito da temperatura e do fotoperíodo na duração e na taxa de crescimento de grãos de soja**. Passo Fundo:

Embrapa Trigo, 2006a. 28 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 35). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp35.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> .

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, 2006b. 27 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 33). Disponível em: <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> .

Comunicado Técnico, 359



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: **Comitê de Publicações**

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 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