



ARTIGO ORIGINAL

Rubiana Falopa Rossi^{1*}
Cláudio Cavariani¹
José de Barros França-Neto²

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP,
Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA,
Departamento de Produção e Melhoramento
Vegetal/Agricultura, Caixa Postal 237,
18610-307, Botucatu, SP, Brasil

² Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86001-970,
Londrina, PR, Brasil

*Autor Correspondente:
E-mail: rubianarossi@hotmail.com.

PALAVRAS-CHAVE

Glycine max
Qualidade fisiológica
Características agronômicas

KEYWORDS

Glycine max
Physiological quality
Agronomic characteristics

Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja

Seed vigor, plant population and agronomic performance of soybean

RESUMO: O vigor é um dos principais atributos da qualidade fisiológica das sementes a ser considerado na implantação de uma lavoura pela influência que pode ter no crescimento e no rendimento das plantas. O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho de plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e a qualidade das sementes produzidas em diferentes densidades populacionais (7, 12 e 17 plantas m⁻¹), em função do nível de vigor (alto, médio e baixo) das sementes utilizadas. Foram avaliados a população inicial, a data do florescimento, o ciclo, os componentes de produção e a qualidade das sementes de soja produzidas. Foi evidente o efeito do vigor das sementes na emergência de plântulas em campo, sendo superior quando oriundas das sementes de alto vigor. Além disso, o uso de sementes com maior vigor resulta em plantas mais altas, com maior altura de inserção da primeira vagem e maior número de vagens por planta. Contudo, uma vez ajustada à população de plantas, não há efeito do vigor sob a produtividade da soja. O vigor das sementes e a densidade de plantas na linha não influenciam a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

ABSTRACT: *Seed vigor is one of the main attributes of seed physiological quality to be considered in the implementation of a crop, due to its influence on growth and yield of plants. This study aimed to evaluate the performance of soybean plants and seed quality originated from plant populations with different densities (7, 12 and 17 plants m⁻¹), depending on the seed level of vigor (high, medium and low). The initial population, flowering date, cycle, yield components, and the quality of the harvested soybean seeds were determined. The effect of seed vigor on seedling emergence in the field was evident, being higher when derived from the seeds of high vigor. Furthermore, the use of the seeds of high vigor results in taller plants, with increased height of the first pod, and a larger number of pods per plant. However, once adjusted to the plant population, there is no effect of seed vigor on soybean yield. Seed vigor and plant density does not influence the physiological quality of the produced seed.*

1 Introdução

Em razão da importância assumida pela soja na economia brasileira, são contínuos os esforços para elevação de sua produção, principalmente pelo aumento do rendimento por área, e não pela exploração e abertura de novas áreas. A utilização de sementes de alto valor qualitativo impõe-se como fundamental para a expressão do potencial produtivo da espécie e da variedade em cultivo. A razão, para tanto, é que a semente veicula os avanços do melhoramento vegetal, expresso pelo atributo genético, e tem seu desempenho influenciado por atributos físicos, sanitários e fisiológicos. Entre os atributos da qualidade fisiológica das sementes, o vigor é destacado como relevante por relacionar-se a taxas e uniformidades de germinação, de emergência e de crescimento de plântulas no campo com possibilidades de influenciar também o rendimento de grãos em diversas culturas.

Grabe (1966), citado por Cervieri Filho (2005), registrou, na cultura do milho, redução de até 8% de produtividade de grãos com a utilização de sementes de baixo vigor. Quando a semente de baixo vigor foi colocada ao lado de uma de alto vigor, a redução na produtividade de grãos foi ainda mais acentuada, de até 15%. Trabalhos recentes têm indicado efeito direto do vigor das sementes sobre o rendimento. Höfs et al. (2004) e Mielezski et al. (2008), na cultura do arroz, observaram acréscimos no rendimento de grãos de 9 e 30%, respectivamente, com o uso de sementes de alto vigor. Em soja, Kolchinski et al. (2005), avaliando seis combinações de vigor das sementes na linha de semeadura, constataram rendimento de 30% de grãos a mais na população formada somente por plantas oriundas das sementes de alto vigor quando comparada com a população de plantas originadas das sementes de baixo vigor. Resultados análogos foram constatados por Schuch et al. (2009), que verificaram que as plantas de soja, oriundas de sementes de alta qualidade fisiológica, apresentaram maior altura, diâmetro de caule e rendimento de grãos 25% maior do que as obtidas de sementes de baixa qualidade.

A obtenção de elevadas produtividades requer também adequadas populações de plantas, dependentes da região, da época de semeadura e da cultivar, pela maximização dos componentes da produção. Até a década de 1980, era comum a produção de soja com 400 mil plantas ha⁻¹ ou superior; evoluções, como a elevação da qualidade das sementes produzidas no país e a recomendação de novas cultivares, possibilitaram a redução da população de plantas para cerca de 230 mil plantas ha⁻¹ (EMBRAPA, 2010).

Dentro desse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico e a qualidade fisiológica das sementes produzidas de três cultivares de soja em diferentes densidades populacionais e em função dos níveis de vigor das sementes.

2 Material e Métodos

O trabalho foi instalado e conduzido durante o ano agrícola de 2010/2011 em área da Fazenda Experimental Lageado (22° 49'S, 48° 25'W e 810 m de altitude) e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, Setor Agricultura, pertencente à

UNESP, campus de Botucatu/SP, e no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Soja, em Londrina/PR.

Três experimentos foram conduzidos em campo com as seguintes cultivares de soja: BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR. Cada experimento foi disposto em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 × 3, correspondendo a três níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e a três densidades de planta (7, 12 e 17 plantas m⁻¹), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por cinco fileiras de 5 m de comprimento espaçadas a 0,45 m entre si. Para as avaliações, foram consideradas as três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m de cada uma de suas extremidades e uma fileira de cada lado da unidade experimental.

Inicialmente, as sementes utilizadas na semeadura foram qualitativamente avaliadas de acordo com: teor de água, viabilidade e vigor determinados pelo teste de tetrazólio, germinação após o envelhecimento acelerado (41 °C, 48 h e 100% UR), germinação e índice de velocidade de germinação em areia, condutividade elétrica e massa de 100 sementes, segundo métodos descritos em Brasil (2009), com adaptações de França-Neto et al. (1999), Nakagawa (1994) e Vieira & Krzyzanowski (1999).

A partir da caracterização qualitativa inicial, as sementes, então consideradas de alto vigor, foram artificialmente envelhecidas para obtenção das sementes com médio e baixo vigor. Para tanto, foi necessária a realização de pré-testes em tempos de exposição de 6, 12, 24, 30 e 48 h às condições de envelhecimento (41 °C; 100% UR). Após cada período de envelhecimento, as sementes foram novamente avaliadas. As sementes envelhecidas por 24 e 48 h foram consideradas como de médio e baixo vigor, respectivamente, e tiveram seu teor de água reduzido para valores próximos a 9,0-10,5% mediante secagem em condições de ambiente natural em camada única. Em seguida, foram avaliadas quanto às porcentagens de água e de germinação em areia e índice de velocidade de germinação (Tabela 1).

A instalação do experimento no campo ocorreu em 14 de dezembro de 2010. As sementes, previamente tratadas com o fungicida Derosal Plus® (carbendazim + thiram) na dose de 200 ml 100 kg⁻¹ de sementes e, em seguida, envelhecidas artificialmente para diferenciar os níveis de vigor, foram semeadas em quantidade superior a três vezes a necessária para posterior realização do desbaste. A avaliação do percentual de emergência de campo (EMC) foi realizada 14 dias após a semeadura, de acordo com Nakagawa (1994). Em seguida, foi realizado o desbaste após a emergência de todas as plântulas, considerando as densidades populacionais desejadas de 7, 12 e 17 plantas m⁻¹ e de modo a proporcionar equidistância entre as plantas na linha de semeadura.

No ponto de colheita, estágio fenológico R9 (Fehr & Caviness, 1977), foram coletadas dez plantas aleatoriamente da área útil de cada parcela para avaliações de: altura média das plantas (cm), altura da inserção da primeira vagem (cm), número médio de vagens por planta e de sementes por vagem. A produtividade de sementes (kg ha⁻¹) foi determinada após a colheita das plantas da área útil de cada parcela experimental, com auxílio de colhedora mecânica de parcelas, e posterior pesagem das sementes e correção da massa, tendo como referência o grau de umidade para 13% em base úmida determinado pelo método

Tabela 1. Caracterização qualitativa de sementes de soja das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR após 24 h (médio vigor) e 48 h (baixo vigor) de envelhecimento acelerado (EA). Botucatu/SP, 2010.

Table 1. Qualitative characterization of soybean seeds of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR after 24 h (medium vigor) and after 48 h (low vigor) in accelerated aging (E.A). Botucatu – SP, 2010.

Características	BRS 232	BRS 282	BRS 243RR
	Alto Vigor		
Teor de água (%)	10,7	9,4	10,6
Germinação em areia (%)	97	93	94
Índice de velocidade de germinação	7,8	7,3	7,5
Médio Vigor (24 h EA)			
Teor de água após 24 h de EA (%)	18,9	19,5	23,7
Teor de água após secagem (%)	9,0	9,9	10,1
Germinação em areia (%)	88	82	85
Índice de velocidade de germinação	7,5	7,0	7,1
Baixo Vigor (48 h EA)			
Teor de água após 24 h de EA (%)	30	32,5	31,9
Teor de água após secagem (%)	10,9	10,3	10,5
Germinação em areia (%)	75	71	73
Índice de velocidade de germinação	4,6	4,8	4,5

de estufa a 105 ± 3 °C por 24 h (Brasil, 2009). Foi considerada também a produção das dez plantas coletadas anteriormente para outras avaliações.

A qualidade das sementes de soja produzidas foi avaliada de acordo com: teor de água, retenção de peneira, massa de 100 sementes, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, tetrázólio, emergência de plântulas em areia e índice de velocidade de emergência (IVE), segundo métodos constantes em Brasil (2009), com adaptações de França-Neto et al. (1999), Nakagawa (1994), Vieira & Krzyzanowski (1999) e Maguire (1962).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, seguindo o delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 3, com quatro repetições. Quando o teste F foi significativo ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3 Resultados e Discussões

O vigor das sementes influenciou a porcentagem de emergência de plântulas, fato constatado nas três cultivares (Tabela 2). Esses resultados ratificam os relatos por Tekrony et al. (1987) quanto à existência de relação entre a emergência de plântulas em campo e o vigor das sementes. De um modo geral, entende-se que, durante a fase de plântula e o início do desenvolvimento da planta, o vigor pode ser responsável por considerável impulso no crescimento. No entanto, o dimensionamento da persistência desse efeito inicial é menos evidente durante as fases subsequentes do desenvolvimento; portanto, à medida que os estádios fenológicos se sucedem, essa influência tende

Tabela 2. Emergência de plântulas em campo (EMC) das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis vigor das sementes (alto médio e baixo). Botucatu/SP, 2010.

Table 2. Seedling emergence in the field (EMC) of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, according to the levels of seed vigor (high, medium and low). Botucatu – SP, 2010.

	Vigor			CV (%)
	Alto	Médio	Baixo	
----- EMC (%) -----				
		BRS 232		
82,1 A ¹		73,0 B	65,7 C	7,0
		BRS 282		
71,2 A		66,8 B	59,0 C	6,3
		BRS 243RR		
84,5 A		73,9 B	66,2 C	6,1

¹médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

à redução gradativa, até se tornar pouco expressiva, a partir do início da fase reprodutiva da planta (Tekrony & Egli, 1991). A população final de plantas não foi afetada pelo vigor das sementes, uma vez que foi realizado o desbaste após a determinação da emergência de plantas para proporcionar a devida densidade populacional (7, 12, e 17 plantas m⁻¹).

A elevação da população de plantas resultou em aumento de altura de plantas (Tabela 3) e está em consonância com as informações de Marchiori et al. (1999), em que os aumentos na densidade de plantas na linha causam aumentos na altura final das plantas, diminuição no diâmetro da haste principal e no número de ramificações por planta, independentemente da época de semeadura. A influência dos níveis de vigor em relação à altura das plantas foi verificada apenas na cultivar BRS 232, em que parcelas oriundas de sementes de alto e médio vigor tiveram plantas com maior altura. Esse resultado pode ser consequência da maior velocidade de emergência das plântulas provenientes de sementes de maior vigor e produção de plantas com maior habilidade competitiva para utilizar os recursos do meio (Panozzo et al., 2009). Alguns autores constataram que sementes de menor vigor deram origem a plantas de menor altura, principalmente nos estádios iniciais do desenvolvimento (Popinigis, 1985). Em outros trabalhos, entretanto, tal efeito não foi verificado (Marcos-Filho, 1979) ou o foi de modo irregular entre as cultivares (Nakagawa et al., 1984). A altura das plantas relaciona-se com a altura da inserção da primeira vagem; logo, parcelas com menor número de plantas por metro resultaram em plantas com altura menor e, conseqüentemente, também com menor altura da inserção da primeira vagem (Tabela 3), como relatado por Nakagawa et al. (1985).

A interação significativa do vigor de sementes e a densidade populacional foram observadas quanto à altura da inserção da primeira vagem das plantas da cultivar BRS 243RR (Tabela 3). Para todas as cultivares, foram constatadas elevações da altura da inserção da primeira vagem quanto maior a população de plantas, independentemente do vigor. Porém, para a cultivar BRS 243RR, houve uma menor altura da inserção da primeira vagem com sementes de baixo vigor, quando cultivada na maior densidade de plantas, em consequência do atraso na emergência de plântulas oriundas de sementes de baixo vigor.

Tabela 3. Altura de plantas (AP) e altura da inserção da primeira vagem (AIPV), em plantas de soja, cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (7, 12 e 17 plantas m⁻¹). Botucatu/SP, 2010.

Table 3. Plant height (AP) and first pod height (AIPV) in soybean plants of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, depending on the levels of seed vigor (high, medium and low) and plant populations with different densities (7, 12, and 17 plants m⁻¹). Botucatu – SP, 2010.

Vigor	Densidade (plantas m ⁻¹)			Médias	Densidade (plantas m ⁻¹)			Médias
	7	12	17		7	12	17	
	----- AP (cm) -----				----- AIPV (cm) -----			
BRS 232								
Alto	41,8	55,3	57,8	51,6 a	11,3	15,5	16,0	14,2 a
Médio	46,0	52,4	59,3	52,6 a	11,9	14,9	15,2	14,0 a
Baixo	37,6	49,1	51,1	45,9 b	11,1	13,8	14,1	13,0 a
Médias	41,8 B ¹	52,3 A	56,0 A		11,4 B	14,7 A	15,1 A	
CV(%)	10,24				13,89			
BRS 282								
Alto	40,9	49,3	57,6	49,3 a	10,7	13,5	16,0	13,4 a
Médio	40,3	44,7	57,9	47,6 a	10,0	13,9	16,0	13,3 a
Baixo	39,9	46,3	55,2	47,1 a	9,8	13,3	14,9	12,7 a
Médias	40,4 C	46,7 B	56,9 A		10,13 C	13,55 B	15,63 A	
CV(%)	10,34				13,34			
BRS 243RR								
Alto	45,8	49,1	55,8	50,3 a	12,6 Ba	13,8 Ba	17,7 Aa	14,7
Médio	46,1	54,5	70,4	57,0 a	13,0 Ba	14,2 ABa	15,8 Aab	14,3
Baixo	40,8	49,1	56,4	48,7 a	11,0 Ba	15,4 Aa	15,3 Ab	13,9
Médias	44,2 B	50,9 AB	60,8 A		12,2	14,5	16,3	
CV(%)	21,26				9,24			

¹médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A altura de plantas e a altura de inserção da primeira vagem são características importantes para a produção de soja, uma vez que plantas mais altas são mais competitivas por luz do que plantas daninhas, e as perdas na colheita são menores quando a altura de inserção da primeira vagem é maior. Portanto, nota-se que a densidade de plantas e o vigor das sementes são fatores importantes para evitar perdas de produtividade.

Para as cultivares BRS 232 e BRS 243RR, o vigor alto de sementes resultou em plantas com maior número de vagens quando a densidade de plantas foi baixa. Contudo, o efeito do vigor das sementes é reduzido de acordo com o aumento da densidade de plantas. Para Panozzo et al. (2009), plantas originadas de sementes de alto vigor produzem 17% de vagens por planta a mais do que as provenientes de sementes de baixo vigor.

O vigor não afetou o número médio de sementes por vagem, como verificado por Puteh et al. (1995), citado por Vanzolini & Carvalho (2002), em trabalho com sementes de três níveis de vigor da cultivar Palmetto. Resultados semelhantes foram obtidos por Kolchinski et al. (2005), que, avaliando o efeito de combinações das sementes de soja de alto e baixo vigor ao longo da linha de semeadura, não encontraram diferenças no número de sementes por vagem. O número de sementes por vagens foi maior para as cultivares BRS 282 e BRS 243RR cultivadas com a menor densidade de plantas (Tabela 4).

A produtividade das cultivares (Tabela 5) BRS 232 e BRS 282 foi maior quando cultivadas com 17 plantas m⁻¹. Já a cultivar BRS 243RR obteve maior produtividade tanto com 12 quanto com 17 plantas m⁻¹, destacando a importância da

obtenção da adequada população de plantas como componente da produtividade. Não houve efeito do vigor das sementes na produtividade em nenhuma das cultivares avaliadas. A ausência do efeito do vigor das sementes sob a produtividade, no presente estudo, está relacionada ao ajuste das densidades de plantas. Uma vez que o baixo vigor das sementes resultou em menor emergência de plântulas em campo, a população final de plantas dependente do baixo vigor seria baixa e possivelmente a produtividade seria afetada. Sendo assim, com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que o vigor das sementes é um fator responsável pela velocidade e pela uniformidade na formação do estande e na garantia do número de plantas por metro, afetando um importante componente da produção. Além disso, trata-se de um fator determinante para a altura de plantas, para a altura de inserção da primeira vagem e para o número de vagens por plantas quando a população de plantas é igual para plantas formadas a partir de sementes com diferentes níveis de vigor.

A ausência de diferenças significativas em 5% de probabilidade para os dados de produtividade constatados neste trabalho pode ser explicada pela ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas e à produção de grãos de soja. Quando os fatores edafoclimáticos são adequados ao exigido pela cultura, as plantas oriundas das sementes de baixo vigor, durante o seu ciclo, conseguem recuperar-se do atraso inicial produzindo mais por planta e, conseqüentemente, não resultando em perdas significativas na produtividade. O efeito do vigor na produtividade foi constatado em outros trabalhos, por exemplo, em França-Neto (1984), que observaram acréscimos de 20 a 35%

Tabela 4. Número de vagens por planta (V/P) e de sementes por vagem (S/V) de plantas de soja, cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (7, 12 e 17 plantas m⁻¹). Botucatu/SP, 2010.**Table 4.** Number of pods per plant (V/P) and number of seeds per pod (S/V) in soybean plants of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, depending on the levels of seed vigor (high, medium and low) and plant populations with different densities (7, 12, and 17 plants m⁻¹). Botucatu – SP, 2010.

Vigor	Densidade (plantas m ⁻¹)			Médias	Densidade (plantas m ⁻¹)			Médias
	7	12	17		7	12	17	
	----- V/P -----				----- S/V -----			
BRS 232								
Alto	52,5 Ab ¹	48,9 Aa	36,3 Ba	45,9	1,6	1,5	1,5	1,5 a
Médio	65,2 Aa	44,0 Bab	37,7 Ba	49,0	1,8	1,6	1,7	1,7 a
Baixo	55,5 Ab	36,5 Bb	37,9 Ba	43,3	1,6	1,9	1,5	1,6 a
Médias	57,7	43,1	37,3		1,6 A	1,7 A	1,5 A	
CV(%)	10,11				13,61			
BRS 282								
Alto	76,5	54,0	40,7	57,0 a	1,9	1,7	1,8	1,8 a
Médio	76,6	58,1	44,7	59,8 a	1,9	1,4	1,7	1,7 a
Baixo	78,3	47,1	39,1	54,8 a	1,9	1,8	1,7	1,8 a
Médias	77,1 A	53,0 B	41,5 C		1,9 A	1,6 B	1,7 AB	
CV(%)	9,56				11,98			
BRS 243RR								
Alto	80,3 Aa	46,6 Ba	33,0 Ca	53,3	1,8	1,8	1,7	1,7 b
Médio	62,1 Ab	52,5 Aa	34,0 Ba	49,5	2,3	1,8	1,8	2,0 a
Baixo	72,4 Aab	47,9 Ba	36,6 Ba	52,3	2,0	1,9	2,0	1,9 ab
Médias	71,6	49,0	34,6		2,0 A	1,8 B	1,8 B	
CV(%)	12,28				10,85			

¹ médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

no rendimento de grãos com o emprego de sementes de alto vigor em relação às de baixo vigor. Kolchinski et al. (2005), avaliando plantas individuais de soja, observou que o uso de sementes de alto vigor proporciona acréscimos superiores a 35% no rendimento de sementes em relação às sementes de baixo vigor. Em amendoim, Carvalho & Toledo (1978) verificaram produções 24% inferiores em plantas provenientes de sementes de vigor inferior, comparativamente às plantas oriundas de vigor superior. Contudo, ainda há a necessidade de novos estudos para avaliar o efeito do vigor de sementes na produtividade de soja sob condições climáticas adversas.

A massa de 100 sementes não foi afetada pelos fatores estudados, enquanto a massa média de 100 sementes para as cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR foi de 20,7, 17,0 e 18,4 g, respectivamente. Pesquisas sobre o efeito da população de plantas de soja sobre a qualidade das sementes produzidas são contraditórias. Segundo Carneiro (1988), o aumento da densidade de plantas de soja na semeadura (7, 14 e 28 plantas m⁻¹) reduz o tamanho e a massa das sementes. Já Batistella Filho (2003), citado por Vazquez et al. (2008), trabalhando com diferentes populações de plantas por área (300, 400 e 500 mil plantas ha⁻¹), não obteve, de maneira geral, alterações na massa de 100 sementes das cultivares avaliadas. Observando os resultados do teste de retenção de peneiras (Tabela 6), constatou-se predominância, nas três cultivares, das frações de maior tamanho, quais sejam 7,14 (18/64”) e 6,15 mm (15,5/64”), que, em conjunto, foram, em geral, superiores a 90%.

Não foram constatadas diferenças na primeira contagem da germinação e na porcentagem de germinação por influência dos fatores estudados, exceto na cultivar BRS 243RR, que revelou

Tabela 5. Produtividade de soja, cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (7, 12 e 17 plantas m⁻¹). Botucatu/SP, 2010.**Table 5.** Soybean yield of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, depending on the levels of seed vigor (high, medium and low) and plant populations with different densities (7, 12, and 17 plants m⁻¹). Botucatu – SP, 2010.

	Densidade (plantas m ⁻¹)			CV (%)
	7	12	17	
	----- Produtividade (kg ha ⁻¹) -----			
BRS 232				
3186,0 C ¹	3532,7 B	3865,4 A		7,7
BRS 282				
2856,7 C	3370,2 B	3894,8 A		9,4
BRS 243RR				
3623,1 B	3903,0 A	4115,2 A		6,1

¹médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

menores porcentagens para sementes oriundas de parcelas de maior densidade de plantas devido às maiores porcentagens de plântulas anormais (Tabela 7). Entretanto, cabe destacar os elevados valores de germinação que foram, quase que totalmente, verificados na primeira contagem. Resultados contrários foram observados por Nakagawa et al. (1986), que, ao testarem densidades de 7, 14 e 21 plantas m⁻¹, em um espaçamento de 0,60 m, observaram melhor qualidade fisiológica das sementes de sojas produzidas nas maiores densidades.

Os dados de viabilidade e de vigor avaliados pelo teste de tetrazólio (Tz Viabilidade 1-5% e Tz Vigor 1-3%) não revelaram

qualquer efeito dos fatores estudados. As médias de viabilidade obtidas para as cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR foram iguais a 95,9, 94,2 e 96,9%, respectivamente; já as médias do vigor para as cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR foram iguais a 92,8, 90,2 e 91,6%, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados no teste de germinação (Tabela 7). Esses mesmos dados indicaram a elevada qualidade fisiológica das sementes produzidas, com conseqüências da excelência das condições climáticas para a produção na safra 2010/2011. De acordo com França-Neto et al. (1999), sementes de soja

com resultados iguais ou superiores a 85% no teste de tetrazólio vigor (Tz 1-3%) são consideradas como de vigor muito alto.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 8) não indicaram efeitos claros no vigor de sementes produzidas de soja. Foram observadas diferenças das leituras da condutividade elétrica apenas nas sementes da cultivar BRS 243RR (Tabela 8). O teste de condutividade elétrica avalia, indiretamente, o grau de estruturação das membranas celulares em decorrência da deterioração das sementes (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Também não houve efeito da densidade e do vigor na emergência de plântulas e no índice

Tabela 6. Porcentagem de sementes de soja retidas nas peneiras 18^{''}/64 e 15,5^{''}/64, 7,14 mm e 6,15 mm, respectivamente, das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor (alto, médio e baixo). Botucatu/SP, 2010.

Table 6. Percentage of soybean seeds retention in the sieve 18^{''}/64 and 15,5^{''}/64 (7,14mm and 6,15mm, respectively), of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, considering levels of seed vigor (high, medium and low). Botucatu – SP, 2010.

Alto	Vigor		CV (%)
	Médio	Baixo	
---Retenção em peneiras = 18 ^{''} /64 + 15,5 ^{''} /64 (%)---			
	BRS 232		
98,7 A ¹	99,1 A	99,1 A	0,5
	BRS 282		
89,1 B	91,0 AB	91,6 A	2,3
	BRS 243RR		
94,6 B	95,8 AB	96,2 A	1,7

¹médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 7. Resultados da primeira contagem do teste de germinação (PC), germinação (G) e plântulas anormais do teste de germinação (PA) de sementes de soja das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função da densidade de plantas (7, 12 e 17 plantas m⁻¹). Botucatu/SP, 2010.

Table 7. Results of the first count of the germination test (PC), germination (G) and abnormal seedling during germination test (PA), of soybean seeds of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, with different densities (7, 12, and 17 plants m⁻¹). Botucatu – SP, 2010.

7	Densidade (plantas m ⁻¹)		CV (%)
	12	17	
----- PC (%) -----			
	BRS 232		
89,8	90,3	87,6	5,1
	BRS 282		
96,5	97,3	96,2	1,9
	BRS 243RR		
94,1 A ¹	94 A	91,2 B	2,6
----- G (%) -----			
	BRS 232		
91,4	92,3	89,9	3,3
	BRS 282		
96,5	97,6	96,7	1,7
	BRS 243RR		
94,3 A	94 AB	91,5 B	2,9
----- PA (%) -----			
	BRS 232		
7,1 AB	4,5 B	8,2 A	49,1
	BRS 282		
2,6	2,0	2,9	63,5
	BRS 243RR		
5,3 B	5,7 AB	8,0 A	41,3

¹médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 8. Testes de envelhecimento acelerado (EA) e de condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (7, 12 e 17 plantas m⁻¹). Botucatu/SP, 2010.

Table 8. Accelerated aging (EA) and electrical conductivity (CE) of soybean seeds of the cultivars BRS 232, BRS 282 and BRS 243RR, considering levels of seed vigor (high, medium and low) and plant populations with different densities (7, 12, and 17 plants m⁻¹). Botucatu – SP, 2010.

Vigor	Densidade (plantas m ⁻¹)			Médias	Densidade (plantas m ⁻¹)			Médias
	7	12	17		7	12	17	
	----- EA (%) -----				--- CE (μS cm ⁻¹ g ⁻¹) ---			
BRS 232								
Alto	85	84	84	84 a	66,6	62,5	66,5	65,3
Médio	84	74	78	79 b	63,9	66,2	65,7	65,3
Baixo	85	87	86	86 a	65,0	62,4	63,4	63,6
Médias	85 A ¹	82 A	83 A		65,2	63,7	65,2	
CV(%)	5,79				9,55			
BRS 282								
Alto	94 Aa	95 Aa	96 Aa	95	83,2	78,8	80,2	80,7
Médio	95 Aa	94 Aa	95 Aab	95	79,2	79,2	82,0	80,1
Baixo	96 Aa	92 Ba	92 Bb	93	89,3	78,1	80,9	79,4
Médias	95	94	94		80,6	78,7	81,0	
CV(%)	1,89				5,53			
BRS 243RR								
Alto	93	91	88	91 a	69,9	69,9	73,0	70,9 a
Médio	92	90	87	90 a	66,5	69,0	66,6	67,4 b
Baixo	93	92	88	91 a	63,2	64,7	62,0	63,3 c
Média	92 A	91 A	88 B		66,5 A	67,8 A	67,2 A	
CV(%)	3,08				4,42			

¹médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

de velocidade de emergência das sementes produzidas pelas cultivares estudadas.

4 Conclusões

A densidade populacional e o vigor de sementes afetam o desempenho agrônômico de diferentes cultivares de soja. O vigor das sementes é um fator determinante na produtividade de soja, uma vez que determina a velocidade de emergência e o estabelecimento das plântulas no campo. O baixo vigor de sementes resulta em plantas menores, com menor altura de inserção de vagens e com menor número de vagens por planta. Contudo, uma vez ajustada à população de plantas, não há efeito do vigor na produtividade de soja. O vigor das sementes e a densidade de plantas na linha não influenciam a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- CARNEIRO, G. E. S. *Efeito da densidade de plantas e da adubação na qualidade de sementes e outras características agrônômicas de soja [Glycine max (L.) Merrill], cv. UFV-1*. 1988. 199 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- CARVALHO, N. M.; TOLEDO, F. F. Relationships between available space for plant development and seed vigor in peanut (*Arachis hypogea*) plant performance. *Seed Science and Technology*, v. 6, p. 907-910, 1978.

CERVIERI FILHO, E. *Desempenho de plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor dentro de uma população de soja*. 2005. 42 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil: 2011*. Londrina, 2010. 255 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University, 1977. 11 p.

FRANÇA-NETO, J. B. Qualidade fisiológica da semente. In: FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. *Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja*. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1984. p. 5-24. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Testes de Tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 8.5, p. 1-28.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, n. 1, p. 55-62, 2004.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCHIORI, L. F. S.; CAMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MATINS, M. C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja em [*Glycine max* (L.) Merrill] em épocas normal e safrinha. *Scientia Agricola*, v. 56, n. 2, p. 383-390, 1999.

MARCOS-FILHO, J. *Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Piracicaba: ESALQ, 1979. 180 p.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; PANOZZO, L. E.; PESKE, F. B.; CARVALHO, R. R. Desempenho individual e de populações de plantas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, p. 86-94, 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; ROSOLEM, C. A. Efeito da qualidade de semente sobre o estabelecimento da população e outras características da soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 7, n. 2, p. 47-62, 1985.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Desempenho de sementes de soja originárias de culturas estabelecidas em diferentes épocas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 6, n. 3, p. 61-76, 1984.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Efeito da densidade de plantas sobre o comportamento de dois cultivares de soja. *Revista de Agricultura*, v. 61, n. 3, p. 277-290, 1986.

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v. 16, n. 1, p. 32-41, 2009.

POPINIGIS, F. *Fisiologia de semente*. 2. ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica a semente e desempenho de plantas isoladas de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p. 144-149, 2009.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. *Crop Science*, v. 31, p. 816-822, 1991.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; WHITE, G. M. Seed production and technology. In: WILCOX, J. R. (Ed.). *Soybeans: improvement, production and uses*. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p. 295-353.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002.

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.

Contribuição dos autores: Definição da hipótese: Cláudio Cavariani e José de Barros França-Neto. Instalação, condução e avaliação do experimento: Rubiana Falopa Rossi. Redação e discussão do artigo: Rubiana Falopa Rossi, Cláudio Cavariani e José de Barros França-Neto.

Agradecimentos: Ao CNPq e à FAPESP, pela concessão de bolsa de estudos durante o curso. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela disponibilidade das sementes.

Fonte de financiamento: CNPq e FAPESP.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.