

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VIGOR DE SEMENTES, POPULAÇÃO DE PLANTAS E DESEMPENHO  
AGRÔNOMICO DE SOJA**

**RUBIANA FALOPA ROSSI**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Mestre em Agronomia  
(Agricultura).

BOTUCATU - SP  
Março - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VIGOR DE SEMENTES, POPULAÇÃO DE PLANTAS E DESEMPENHO  
AGRÔNOMICO DE SOJA**

**RUBIANA FALOPA ROSSI**

Prof. Dr. Cláudio Cavariani

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Mestre em Agronomia  
(Agricultura).

BOTUCATU - SP

Março - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R835v Rossi, Rubiana Falopa, 1986-  
Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja / Rubiana Falopa Rossi. - Botucatu : [s.n.], 2012  
x, 60 f. : tabs., gráfs. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012  
Orientador: Cláudio Cavariani  
Inclui bibliografia

1. Crescimento (Plantas). 2. Fisiologia vegetal.  
3. Sementes - Qualidade. 4. Soja - rendimento. 5. Soja - Semente. I. Cavariani, Cláudio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: VIGOR DE SEMENTES, POPULAÇÃO DE PLANTAS E DESEMPENHO  
AGRONÔMICO DE SOJA


ALUNA: RUBIANA FALOPA ROSSI

ORIENTADOR: PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI



PROF. DR. JOSÉ DE BARROS FRANÇA NETO



PROF. DR. ROBERVAL DAITON VIEIRA

Data da Realização: 01 de março de 2012.

“Dê ao mundo o melhor de você, mas isso pode nunca ser o bastante

Dê o melhor de você assim mesmo.

Veja que, no final das contas, é entre você e **DEUS**

Nunca foi entre você e as outras pessoas.”

*Madre Teresa de Calcutá*

Aos meus pais, **João Rossi** e **Silvia Helena Falopa**, pelo amor e dedicação, e por estarem ao meu lado em todos os momentos importantes da minha vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém, é reconhecer que o homem jamais poderá lograr para si o dom de ser auto-suficiente...

Agradeço, em primeiro lugar a Deus, porque através da fé, do amor e do seu poder infinito, podemos viver e aprender com as maravilhas do mundo.

Aos meus pais Silvia Helena Falopa e João Rossi, e a minha madrinha Isabel Falopa Vieira, que nunca mediram esforços para eu alcançar meus objetivos, estiveram sempre ao meu lado, sendo meu apoio em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, a quem expresso minha gratidão pela orientação e amizade.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de estudos durante o curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, pela disponibilidade das sementes.

Ao Dr. José de Barros França Neto, da Embrapa Soja, pelo auxílio na elaboração do projeto de pesquisa.

Ao Prof. Dr. Roberval Daiton Vieira pela disponibilidade e valiosa contribuição.

Ao Prof. Dr. João Nakagawa, pela atenção, sugestões e valiosos ensinamentos durante o curso.

A todos os professores do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP/ Botucatu pela atenção e ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura (Valéria Giandoni, Vera Cereda, Lana Baceto e Amanda Bedetti) e aos funcionários do setor do campo (Célio Mariano, Casimiro Alves, Aparecido da Silva, Valdemir dos Santos, Milton Mateus, Antônio Camargo e Ciro de Oliveira), pela amizade e essencial contribuição nas atividades do experimento.

A todos os amigos do curso de pós graduação, em especial às amigas do Laboratório de Análise de Sementes pela ajuda nos trabalhos, pelos conhecimentos divididos e pela amizade acima de tudo. Cada novo amigo que ganhamos no decorrer da vida nos enriquece, nos aperfeiçoa, não tanto pelo que nos dá, mas pelo que nos revela de nós mesmos.

Aos amigos Diógenes Bardivieso, Leandro Tropaldi e Luis Lessi, pela amizade, paciência e auxílio desde os momentos da graduação até os dias de hoje. Obrigada!

Aos estagiários do Laboratório de Análise de Sementes, que colaboraram com a execução do experimento, em especial Renan Cruz.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento da minha carreira, em especial a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

**Muito Obrigada!**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1. Vigor de sementes .....	5
2.2. Vigor de sementes e o desempenho de plantas de soja .....	7
2.3. Populações de plantas .....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1. Instalação e condução do experimento no campo .....	13
3.2. Avaliações no Campo .....	19
3.2.1. Emergência de plântulas em campo .....	19
3.2.2. Florescimento .....	19
3.2.3. Ciclo .....	20
3.2.4. População final .....	20
3.2.5. Altura média das plantas .....	20
3.2.6. Altura média da inserção da primeira vagem .....	20
3.2.7. Número médio de vagens por planta .....	20



3.2.8.	Número médio de sementes por vagem .....	21
3.2.9.	Produção de sementes .....	21
3.3.	Avaliações em laboratório.....	21
3.3.1.	Teor de água.....	21
3.3.2.	Retenção de Peneira.....	22
3.3.3.	Massa de 100 sementes .....	22
3.3.4.	Teste de germinação .....	22
3.3.5.	Teste de envelhecimento acelerado .....	23
3.3.6.	Condutividade elétrica .....	23
3.3.7.	Teste de tetrazólio .....	23
3.3.8.	Emergência de plântulas em areia .....	24
3.3.9.	Índice de velocidade de emergência (IVE) .....	24
3.4.	Análise estatística .....	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1.	Efeito do vigor de sementes e densidade de plantas de soja sobre o seu desempenho em campo.....	26
4.2.	Qualidade das sementes produzidas .....	38
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
6.	CONCLUSÕES.....	52
7.	REFERÊNCIAS .....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Resultado da Análise química do solo da área experimental. Botucatu-SP, 2010/2011.....	15
<b>Tabela 2.</b>	Principais características das cultivares de soja BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR.....	16
<b>Tabela 3.</b>	Caracterização qualitativa de sementes de soja das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR. Botucatu-SP, 2010.....	17
<b>Tabela 4.</b>	Caracterização qualitativa de sementes de soja das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR após 24 horas (médio vigor) e 48 horas (baixo vigor) de envelhecimento acelerado (E.A). Botucatu-SP, 2010.....	18
<b>Tabela 5.</b>	Análise de variância (Teste F) dos dados da emergência de plântulas em campo (EMC), população final de plantas (PF), altura de plantas (AP), altura da inserção da primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (V/P), número de sementes por vagem (S/V) e produtividade (P) de soja, cultivar BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, considerando níveis de vigor das sementes e densidades de plantas. Botucatu-SP, 2011.....	28
<b>Tabela 6.</b>	Emergência de plântulas em campo (EMC) e população final de plantas (PF), cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	30

<b>Tabela 7.</b>	Altura de plantas (AP) e altura da inserção da primeira vagem (AIPV), em plantas de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	32
<b>Tabela 8.</b>	Número de vagens por planta (V/P) e de sementes por vagem (S/V) de plantas de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	34
<b>Tabela 9.</b>	Produção (P) de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	36
<b>Tabela 10.</b>	Teor de água de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, produzidas em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	39

<b>Tabela 11.</b>	Análise de variância (Teste F) dos dados da primeira contagem do teste de germinação (PC), germinação (G), plântulas anormais do teste de germinação (PA), tetrazólio viabilidade ( $Tz_{1-5}$ ), tetrazólio vigor ( $Tz_{1-3}$ ), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), e massa de 100 sementes (M 100), em três cultivares de soja, BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, considerando níveis de vigor das sementes e densidades de plantas. Botucatu-SP, 2011.....	40
<b>Tabela 12.</b>	<b>Tabela 12.</b> Massa de 100 sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor (alto,médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m <sup>-1</sup> , D2 12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	42
<b>Tabela 13.</b>	Porcentagem de sementes de soja retidas nas peneiras 18”/64 e 15,5”/64; 7,14mm e 6,15 mm, respectivamente; Cultivar BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, produzidas de plantas oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor (alto, médio e baixo) em distintas densidades de plantas (D1-7 pl. m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	43
<b>Tabela 14.</b>	Resultados da primeira contagem do teste de germinação (PC), germinação (G) e plântulas anormais do teste de germinação (PA), de sementes de soja; Cultivar BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl. m <sup>-1</sup> , D2-12 pl.m <sup>-1</sup> , D3-17 pl.m <sup>-1</sup> ). Botucatu-SP, 2011.....	45

- Tabela 15.** Teste de tetrazólio viabilidade ( $Tz_{1-5},\%$ ) e tetrazólio vigor ( $Tz_{1-3},\%$ ) de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas ( $D1-7\text{ pl.m}^{-1}$ ,  $D2-12\text{ pl.m}^{-1}$ ,  $D3-17\text{ pl.m}^{-1}$ ). Botucatu-SP, 2011..... 46
- Tabela 16.** Testes de envelhecimento acelerado (EA) e de condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor e das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas ( $D1-7\text{ pl.m}^{-1}$ ,  $D2-12\text{ pl.m}^{-1}$ ,  $D3-17\text{ pl.m}^{-1}$ ). Botucatu-SP, 2011..... 48
- Tabela 17.** Teste de emergência de plântulas em areia (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor e das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas ( $D1-7\text{ pl.m}^{-1}$ ,  $D2-12\text{ pl.m}^{-1}$ ,  $D3-17\text{ pl.m}^{-1}$ ). Botucatu-SP, 2011..... 49

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ciclo da cultura (dias após a semeadura). Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas, médias e mínimas de 14/12/2010 a 11/04/2011. (S=semeadura; Popi/Popf=avaliações população de plantas inicial e final; C=colheita; VE, R2\*(BRS 232 e BRS282), R2\*\* (BRS 243RR) - estádios de crescimento, segundo Fehr; Caviness (1977)..... 14

## RESUMO

A cultura da soja, em razão de sua importância no agronegócio mundial, é alvo de inúmeras pesquisas no campo fitotécnico na busca por novas informações para elevação da produtividade. 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. A pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de plantas de soja e a qualidade das sementes produzidas em diferentes densidades populacionais, em função do nível de vigor das sementes utilizadas. O experimento foi conduzido em duas etapas. A primeira constituiu da fase de campo, mediante delineamento em bloco ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x3 (densidades populacionais de 7, 12 e 17 pl.m<sup>-1</sup> e níveis de vigor das sementes alto, médio e baixo), empregando-se três cultivares de soja. Foram avaliados a população inicial, a data do florescimento, o ciclo, a altura média das plantas e da inserção da primeira vagem, os números médio de vagens por planta e de sementes por vagem, a população final de plantas, em relação à inicial, e a produção de sementes. A segunda etapa foi realizada no laboratório e constou da avaliação das características qualitativas das sementes de soja produzidas na etapa anterior. Foi evidente o efeito do vigor das sementes na emergência de plântulas em campo, sendo superior quando oriundas das sementes de alto vigor. A elevação da densidade de plantas de soja na linha ressalta, positivamente, efeitos dos níveis de vigor no desenvolvimento das plantas. O vigor das sementes e a densidade de plantas na linha têm influência na produção de soja; elevações de 8% e 6% na produção foram observadas em plantas originadas de sementes com vigor médio e alto, em relação às provenientes de baixo vigor. O vigor das sementes e a densidade de plantas na linha não influenciam a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

---

**Palavras-chave:** *Glycine max*, qualidade fisiológica, características agronômicas.

SEED VIGOR, PLANT POPULATION AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN. Botucatu, 2011. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RUBIANA FALOPA ROSSI

Adviser: CLÁUDIO CAVARIANI

## SUMMARY

Due to the importance of soybean in the world agribusiness, this crop has been the subject of innumerable research studies, looking for management techniques to increase production per area. The vigor is one of the main seed physiological quality characters that has to be considered in the crop establishment, because it can influence the plant growth and final production. This study aimed to evaluate the performance of soybean plants and the quality of seeds produced in different population densities, depending on the level of vigor of the seed sown. The experiment was conducted in two stages. The first one was conducted at the field, in randomized block design, with four replications, in a factorial 3x3 design (densities of 7, 12 and 17 pl.m<sup>-1</sup> and levels of seed vigor, high, medium and low), using three soybean cultivars. The following parameters were: initial population, flowering cycle, average height of plants and first pod; average number of pods per plant and seeds per pod; final population of plants (in relation to the initial population); and seed yield. In the second stage, conducted in the laboratory, the quality of the produced seed was evaluated. The effect of seed vigor on seedling emergence in the field was evident, being higher when derived from the seeds of high vigor. The high density of soybean plants in the row highlights positively the effects of vigor levels upon plants development. Seed vigor and plant density on the line have influence on soybean production; increases of 8% and 6% in seed yield were observed in plants from seeds with medium and high vigor, compared to those coming from low vigor. Seed vigor and plant density on the line do not affect the physiological quality of the produced seeds.

---

**Keywords:** *Glycine max*, physiological quality, agronomic characteristics.



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, precedido, apenas, pelos Estados Unidos. Na safra 2010/2011, a cultura ocupou área de 24,2 milhões de hectares que proporcionou produção de 75,3 milhões de toneladas. Este volume foi 9,7% superior à produção verificada na safra 2009/2010, quando foram colhidas 68,7 milhões de toneladas, com produtividade média de 3.115 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2011).

Em razão da importância assumida pela soja na economia brasileira, ao longo dos anos, são contínuos os esforços para elevação da produção, principalmente pelo aumento do rendimento por área e não pela exploração e abertura de novas áreas.

Nesse contexto, a utilização de sementes com alto valor agregado 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, expressos pelo atributo genético, além de atributos físicos, sanitários e fisiológicos, que, em conjunto, determinam o seu desempenho.

Entre os atributos da qualidade fisiológica das sementes, o vigor é considerado um dos principais por relacionar-se a aspectos de desempenho que incluem as taxas e uniformidade de germinação, de emergência e de crescimento de plântulas no campo. Sementes vigorosas são capazes de proporcionar desempenho que delas é esperado, mesmo

em condições ambientalmente desfavoráveis e pode, até, influenciar o crescimento e o rendimento das plantas. Desse modo, e como destacado por TeKrony e Egli (1991), a utilização de sementes de elevado vigor é justificada em todas as culturas para assegurar adequada população de plantas em variadas condições de campo durante a emergência das plântulas e, até, possibilitar produção satisfatória mesmo quando a população de plantas é inferior à requerida.

Ao longo dos anos tem sido estudada a relação entre o vigor das sementes e o rendimento de grãos em diversas espécies agrícolas que, em graus variáveis, é direta.

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 produzir soja com 400 mil pl. ha<sup>-1</sup>, ou até mais; evoluções, como elevação da qualidade das sementes produzidas no país e a recomendação de novas cultivares, possibilitaram a redução da população de plantas até cerca de 230 mil pl. ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2011).

A atividade de melhoramento genético para criação de novas cultivares de soja demanda, constantemente, estudos que avaliem as características dos componentes qualitativos das sementes (genético, físico, fisiológico e sanitário) em decorrência de possíveis influências dos ascendentes na expressão do vigor destas. Acrescente-se que as plantas oriundas de sementes de alto vigor apresentam maior crescimento e rendimento em relação às de vigor inferior, ou seja, o elevado vigor das sementes pode, até mesmo, superar o efeito negativo de baixas populações de plantas e proporcionar, ainda, produção satisfatória.

Dentro deste contexto, a pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento agrônomico de três cultivares de soja, em três densidades populacionais, em função dos níveis de vigor das sementes, bem como avaliar a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Vigor de sementes**

Em relação ao termo vigor, convém diferenciar dois aspectos, o genético e o fisiológico. O vigor genético é aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, enquanto que o fisiológico é observado entre lotes de uma mesma linhagem genética, cultivar, ou espécie. Entretanto, deve-se lembrar que o vigor fisiológico depende não apenas do genético, mas, também das condições a que são submetidas as plantas e as sementes que estas irão produzir (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O termo vigor não surgiu para identificar um processo fisiológico definido da semente, mas para identificar manifestações de um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas.

O comitê de vigor da International Seed Testing Association (ISTA) elaborou, após vários anos de debates, conceito aceitável de vigor de sementes. Como não é uma simples propriedade mensurável, como germinação, e sim um conceito que envolve várias características, todas associadas com aspectos do comportamento da semente durante a germinação e do desenvolvimento da plântula, foi adotado, em 1977, no congresso daquela entidade, o seguinte: “O vigor da semente é a soma de todas as propriedades da semente as quais estão associadas com vários aspectos do desempenho da semente ou do lote de sementes

durante a germinação e a emergência da plântula”. Outra conceituação da mesma associação de analistas de sementes (ISTA, 1981), considerou: “vigor de sementes é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial da atividade e desempenho de uma semente ou lote de sementes, durante a germinação e a emergência da plântula”. Para a AOSA (2009), “vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla diversidade de condições ambientais, incluindo condições ótimas e sob estresse”.

Conforme Krzyzanowski e França Neto (2001), o vigor de sementes é o inverso da deterioração, isto é, quanto maior o vigor, menor será a deterioração da semente e vice-versa; os mesmos autores enfatizaram que no processo de germinação as alterações fisiológicas decorrentes de reduzido vigor são facilmente caracterizadas, refletidas por decréscimo do porcentual de germinação das sementes, crescimento lento das plântulas e produção de plântulas anormais. Destacam, também, que as alterações bioquímicas estão relacionadas com o funcionamento dos sistemas enzimáticos envolvidos nos processos de digestão, mobilização e utilização das reservas da semente para constituir novos tecidos na plântula em desenvolvimento.

A manifestação inicial da menor velocidade de germinação é correspondente aos primeiros sinais de desestruturação das membranas, enquanto à ocorrência de anormalidades nas plântulas, verificada nos estádios finais da deterioração, é determinado pela morte de tecidos importantes em diferentes regiões da semente (MARCOS FILHO, 2005). Rossetto et al. (1997) referiram-se à falhas na emergência de plântulas, ou mesmo redução da velocidade do processo, como consequência do baixo vigor associado à deterioração das sementes. Muitas vezes, o efeito das condições adversas não é percebido sobre a germinação das sementes, mas pode ser detectado ao avaliar-se o vigor destas.

Representada pela germinação e o vigor, a qualidade fisiológica das sementes determina o seu desempenho no campo, podendo afetar o estabelecimento, o desenvolvimento e o rendimento da cultura. A qualidade das sementes pode ser influenciada por diversos fatores, tais como deficiências nutricionais das plantas, ocorrência de pragas e doenças, extremos de temperatura durante a maturação, flutuações de umidade relativa do ambiente, além de técnicas inadequadas de colheita, de secagem, de beneficiamento, de armazenamento e de transporte. Apesar de serem fatores distintos, a ação e a interação deles

pode contribuir para um resultado indesejável expresso por reduções do vigor e da viabilidade das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De um modo geral, o baixo vigor das sementes tem sido associado a reduções na porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas, e no tamanho inicial das plântulas, com influências, inclusive, no desempenho da cultura ao longo do seu ciclo. Esse efeito no desenvolvimento inicial da cultura pode refletir-se na produção de sementes (PINTHUS; KIMEL, 1979; TEKRONY et al., 1987).

É notado que os conceitos elaborados não definem o vigor de sementes mas, sim, enfatizam as consequências do mesmo. No entanto, não restam dúvidas de que lotes vigorosos têm maior probabilidade de sucesso quando expostos a ampla variação de condições do ambiente.

## **2.2. Vigor de sementes e o desempenho de plantas de soja**

Inúmeros são os prejuízos advindos da utilização de sementes de baixa qualidade. Frequentemente, em virtude do desempenho germinativo inadequado, ocorrem reduções na população de plantas, favorecendo o desempenho de plantas daninhas, incrementando o custo da produção devido a um maior gasto com herbicidas; e, em casos mais graves, há a necessidade de nova semeadura, somando prejuízos ainda maiores, visto que nem sempre à disponibilidade da variedade desejada, e, possivelmente há o comprometimento do desenvolvimento da cultura, devido à instalação fora da época de semeadura adequada. As sementes de baixo vigor restringem a habilidade da planta em expressar seu potencial genético para atingir a máxima produção (DORNBOS JÚNIOR, 1995 citado por VANZOLINI, 2002).

A consequência da utilização de sementes de soja com vigor comprometido é a obtenção de populações de plantas inadequadas que, por sua vez, resultará em redução da produtividade (FRANÇA NETO et al., 1994). Também TeKrony et al. (1987), fizeram referência à qualidade da semente, especialmente o vigor, como característica influenciadora do desempenho e do crescimento da planta, após a emergência das plântulas, com consequentes efeitos na produção.

As primeiras manifestações do vigor das sementes no campo são notadas quando da emergência das plântulas, como resultado da complexa interação da

qualidade da semente e do ambiente, em termos da velocidade do processo. Pinthus e Kimel (1979) constataram relação direta entre a velocidade de emergência de plântulas de soja e a produção das plantas, ou seja, quanto mais rápido as plântulas emergiram maior foi a produção de grãos. O rendimento das plantas cujas plântulas tiveram velocidade de emergência muito rápida (4 dias após semeadura) e rápida (5 dias após semeadura), excedeu em 22% a produção daquelas com velocidade inferior.

A obtenção de adequadas populações de plantas depende, portanto, da utilização de sementes de alto potencial fisiológico, com capacidade, também, de germinar uniforme e rapidamente em condições variadas do ambiente. A rapidez e o sincronismo dos processos de germinação das sementes e de emergência de plântulas são importantes para a redução da exposição destas às possíveis adversidades de ordem ambiental.

A velocidade mais lenta da emergência das plântulas, a partir de sementes baixo vigor, é atribuída à necessidade, antes do início do crescimento do eixo embrionário inerente ao processo germinativo, da reestruturação de membranas componentes de organelas celulares e tecidos, que foram desestruturadas e/ou danificadas por processos oxidativos, comuns na deterioração, de maneira que o tempo demandado para tanto amplia o período de tempo total para que a emergência ocorra (VILLIERS, 1973).

As sementes menos vigorosas de soja emergiram, segundo Edje e Burris (1971), mais lentamente e produziram plantas com menor tamanho inicial. Pinthus e Kimel (1979) observaram que as plântulas de soja que emergiram posteriormente, apresentaram as primeiras folhas trifolioladas menores em relação às plântulas provenientes das sementes com maior vigor, resultando em menor taxa de acúmulo de matéria seca durante o período de crescimento.

Black (1958) referiu-se à predominância, em estádios posteriores do desenvolvimento, das plântulas com maior área foliar e altura, em relação às plantas com desenvolvimento inferior no estágio de plântulas. As plantas oriundas de sementes mais vigorosas são, em função das maiores área foliar, taxa de crescimento (SCHUCH, 1999; SCHUCH et al., 2000; MACHADO, 2002) e altura (TEKRONY et al., 1987), mais eficientes na competição por luz. Assim, entre as plantas originárias de sementes com diferentes níveis de vigor, aquelas com maior crescimento afetam a intensidade e a composição da luz incidente

sobre as com menor crescimento na comunidade vegetal e, por consequência, influenciam o desenvolvimento e a produção individual destas.

A influência positiva sobre o desenvolvimento inicial das plantas também favorece a atuação de organismos benéficos. Este fato foi observado por Smith e Ellis (1980) estudando a relação entre a rapidez da germinação de sementes de soja e a eficiência da nodulação promovida por *Bradyrhizobium japonicum*; esta foi diretamente proporcional à velocidade de germinação, principalmente quando os nódulos se formaram na raiz principal, indicando a vantagem da utilização de sementes com maior vigor. A redução no nível do vigor das sementes, conforme Schuch et al. (1999), aumentou o tempo médio necessário para a protrusão da raiz primária, bem como reduziu o número médio de raízes emitidas por dia.

O reflexo do vigor das sementes pode ocorrer até na população final de plantas, na medida em que as oriundas de plântulas com emergência mais tardia, menos vigorosas, podem não completar o seu ciclo.

Diversos trabalhos demonstraram diferenças competitivas entre plantas dentro de comunidades, com vantagens daquelas mais desenvolvidas na competição intra-específica. Egli (1993) constatou que plantas de soja emergidas mais cedo sempre tiveram vantagem competitiva sobre as plantas emergidas posteriormente, em posições alternadas na mesma fileira, traduzida em maior rendimento de grãos por planta. Em milho, Nafziger et al. (1991) demonstraram que a elevação da proporção de plantas de emergência antecipada na comunidade reduziu progressivamente o rendimento das plantas que emergiram mais tarde.

É possível que o vigor da semente tenha efeito direto na habilidade da planta de acumular matéria seca, mas, na realidade, as reservas da semente e a sua mobilização são responsáveis apenas pelo crescimento inicial da plântula. Há, portanto, dúvidas quanto a extensão dos efeitos do vigor da semente à fase reprodutiva da planta e sua interferência em processos fisiológicos que culminam com o acúmulo de matéria seca nas sementes produzidas (TEKRONY; EGLI, 1991; ELLIS, 1992).

Em geral, é entendido que, durante a fase de plântula e início do desenvolvimento da planta, o vigor da semente é responsável por considerável impulso ao crescimento. No entanto, a persistência desse efeito inicial pode ser menos evidente durante as fases subsequentes do desenvolvimento e, assim, com a sucessão dos estádios de

desenvolvimento das plantas, pode ser minimizada, ou tornar-se pouco expressiva, a partir do início da fase reprodutiva da planta (TEKRONY; EGLI, 1991).

Todavia, Larsen et al. (1998) discordaram dessa opinião ao afirmarem que a influência do vigor pode existir mesmo quando não há diferenças na população inicial de plântulas. Consideraram que de sementes menos vigorosas emergem plântulas mais vagarosamente e, embora as diferenças no desenvolvimento inicial possam atenuar-se com o progresso do ciclo das plantas, o crescimento das plantas provenientes de sementes de baixo vigor geralmente continua inferior e elas tem maior sensibilidade à adversidades do ambiente.

Alguns trabalhos demonstram o efeito do vigor das sementes sobre o rendimento de grãos. Scheeren (2002) observou estreita relação entre o vigor de sementes de soja e a produtividade, constatando aumento de 9% pelo uso de sementes de alto vigor. Também Kolchinski et al. (2005), avaliando plantas individuais de soja, observaram redução de 35% no rendimento de grãos em decorrência da utilização de sementes de menor vigor.

### **2.3. Populações de plantas**

Em função de avanços nos sistemas de semeadura, do desenvolvimento de cultivares mais adaptadas, da melhoria da capacidade produtiva dos solos, da adoção de práticas conservacionistas, da utilização de cobertura vegetal do solo e da semeadura direta, entre outros fatores, a população de plantas de soja foi reduzida gradativamente de 400 mil para 200-230 mil pl.ha<sup>-1</sup> dependendo da cultivar utilizada. A população padrão recomendada pela Embrapa (2011) para a cultura da soja é de 250 mil pl. ha<sup>-1</sup>, com variações aceitáveis de até 25% em torno desse valor. Populações de plantas superiores à recomendada, além de acarretar aumentos nos gastos com sementes e um possível acamamento das plantas, não proporcionam acréscimos na produtividade. Já, a adoção de populações abaixo da recomendada favorece o desenvolvimento de plantas daninhas e pode resultar em plantas muito ramificadas e de altura reduzida, o que também eleva à perdas no momento da colheita.

A soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições de manejo por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento. Tolerância ampla variação na população de plantas,



alterando a sua morfologia e o rendimento de grãos (BARNI et al.,1985; GAUDÊNCIO et al., 1990).

De modo geral, a maior resposta ocorre em função da variação no espaçamento entre fileiras de planta, com tendência de maiores rendimentos nos menores espaçamentos (THOMAS et al.,1998; COSTA et al.,1999; PIRES et al.,1999). Peixoto et al. (1999) concluíram que os componentes do rendimento apresentam variações entre eles, com efeitos de compensação, no sentido de uniformizar o rendimento de grãos, entre cultivares, densidades e épocas de semeadura.

A menor resposta da soja à variação na densidade populacional se deve à sua capacidade de compensação no uso do espaço entre plantas. Quando há menor número de plantas de soja por área, ocorre redução na altura. Esse fato se deve à maior disponibilidade de espaço e luz para essas plantas devido à redução do estande, determinando que elas apresentem maior número de ramos e altura reduzida (LUESCHEN; HICKS, 1977 citado por VANZOLINI; CARVALHO, 2002).

A altura da inserção da primeira vagem está associada à altura da planta na colheita, de forma que quanto maior a altura da planta, maior a altura de inserção da primeira vagem (COSTA et al.,1980; EGLI, 1988 ; CARPENTE; BOARD, 1997).

O aumento no número de vagens por planta em menores populações de plantas seria a principal explicação para o aumento na produção por planta em detrimento da estatura das plantas, conforme observações de Carpenter e Board (1997), os quais constataram a existência de uma relação inversa entre população de plantas e o número de vagens produzidas por planta. Em espécies cujas plantas apresentam alta plasticidade, como é o caso da soja, é provável que reduções significativas da produção só ocorram quando diferenças de estandes forem superiores a 50%, ao compararem-se duas populações (LUESCHEN; HICKS, 1977 citado por VANZOLINI; CARVALHO, 2002).

Quanto ao efeito da população de plantas de soja sobre a qualidade das sementes produzidas, Maeda et al. (1983), em trabalho com três cultivares e três populações de plantas (250; 333 e 500 mil pl. ha<sup>-1</sup>), verificaram, na menor população, as sementes com maiores massa, germinação e vigor. Já, Batistella Filho (2003), citado por Vazquez (2006), trabalhando com diferentes populações de plantas por área (300; 400 e 500 mil pl.ha<sup>-1</sup>), não obteve, de maneira geral, alterações na massa de 100 sementes para duas cultivares de soja.

Portanto, os resultados sobre a influência da população de plantas nos componentes de produção estão mais evidentes, enquanto a influência da população de plantas sobre a qualidade das sementes produzidas ainda são consistentes.

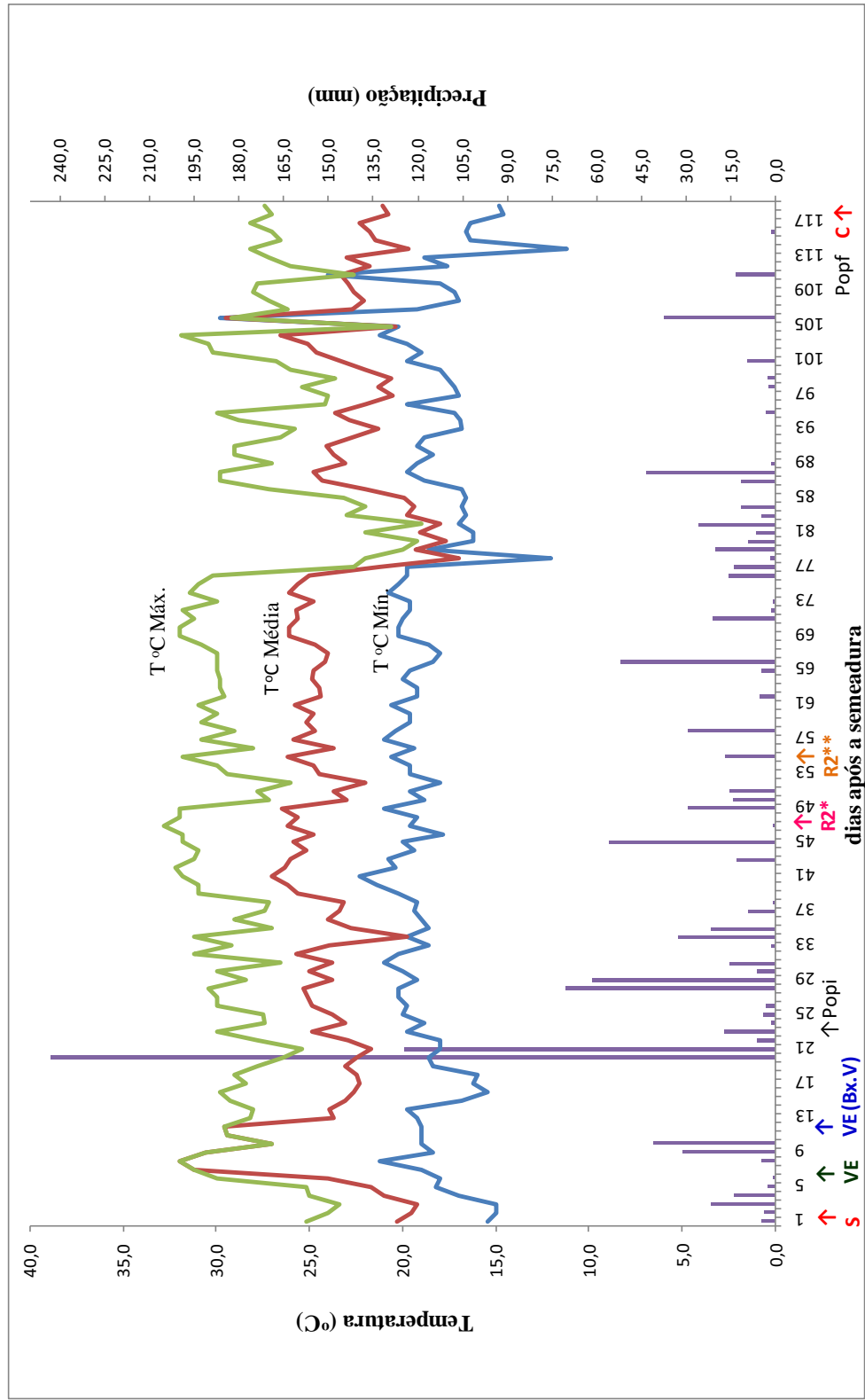
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi instalado e conduzido em colaboração com a Embrapa Soja, durante o ano agrícola de 2010/2011, em área da Fazenda Experimental Lageado e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal- Setor Agricultura (DPV-A) pertencentes à UNESP, Campus de Botucatu-SP.

#### **3.1. Instalação e condução do experimento no campo**

A localização da área experimental está definida pelas coordenadas geográficas 22° 49' Latitude Sul e 48° 25' Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 810 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, definido como clima temperado (mesotérmico), região constantemente úmida (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994), com precipitação pluvial média anual em torno de 1600 mm, e temperaturas médias do mês mais quente superior à 23 °C e do mês mais frio de 17 °C.

Os dados climáticos foram coletados, diariamente, no posto meteorológico da Fazenda Experimental Lageado, localizado próximo da área experimental, cujas médias estão graficamente representadas na Figura 1



**Figura 1.** Ciclo da cultura (dias após a semeadura). Dados diários de precipitação pluviual e temperaturas máximas, médias e mínimas de 14/12/2010 a 11/04/2011. (S=semeadura; Popi/Popf=avaliações população de plantas inicial e final; C=colheita; VE, R2\*(BRS 232 e BRS282), R2\*\*(BRS 243RR) - estádios de crescimento, segundo Fehr; Caviness (1977).

O experimento foi disposto em blocos ao acaso, em esquema fatorial, 3x3, correspondendo à três níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e três densidades de planta (7 pl.m<sup>-1</sup>, 12 pl.m<sup>-1</sup> e 17 pl.m<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por cinco fileiras de 5 m de comprimento. 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.

O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho Estruturado (EMBRAPA, 1999) cujos resultados da análise química, realizada em amostra coletada na profundidade de 0-20 cm, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da Análise química do solo da área experimental. Botucatu-SP, 2010/2011.

pH CaCl <sub>2</sub>	MO g.dm <sup>-3</sup>	P <sub>resina</sub> mg.dm <sup>-3</sup>	K .....	Ca .....	Mg mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> .....	H+Al	SB
4,8	33	20	1,9	27	14	47	43
CTC	V %	B	Cu	Fe	Mn	Zn	.....
90	47	0,29	14,2	24	90	1,9	.....

Foi realizada a prática da calagem, na quantidade de 1000 kg. ha<sup>-1</sup> de calcário para elevação da saturação de bases (V%) para 60%, conforme recomendações para o estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997).

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com os resultados da análise química do solo (RAIJ et al., 1997), considerando uma produtividade esperada de 4000 kg. ha<sup>-1</sup>, e constou da aplicação de 6 kg. ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Foram utilizadas sementes de três cultivares de soja, BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, cujas principais características estão relacionadas abaixo.

**Tabela 2.** Principais características das cultivares de soja BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR.

<b>Características</b>	<b>BRS 232</b>	<b>BRS 282</b>	<b>BRS 243RR</b>
Grupo de maturação	Semiprecoce	Semiprecoce	Médio
Ciclo	134 a 142	130 a 142	134 a 140
Hábito de Crescimento	Determinado	Determinado	Determinado
Cor da flor	Roxa	Branca	Branca
Cor da pubescência	Cinza	Cinza	Marrom
Cor do hilo	Marrom Clara	Marrom Clara	Marrom
Altura média das plantas (cm)	93 cm	100 cm	94 cm
Acamamento	Moderadamente suscetível	Suscetível	Moderadamente suscetível
Semeadura	25/10 a 05/12	25/10 a 05/12	25/10 a 05/12
População de plantas por ha	222.222 a 240.000	222.222 a 240.000	222.222 a 311.111

Fonte: Embrapa, 2009.

Inicialmente, as sementes foram qualitativamente avaliadas (Tabela 3), em laboratório, mediante as seguintes determinações: teor de água, germinação, tetrazólio viabilidade e tetrazólio vigor, germinação após o envelhecimento acelerado (41 °C; 48 h; 100% UR), germinação em areia e índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica e massa de 100 sementes, segundo metodologias constantes em BRASIL (2009), com adaptações, em FRANÇA NETO et al. (1998); MARCOS FILHO (1999); NAKAGAWA (1994); e VIEIRA; KRZYZANOWSKI (1999).

**Tabela 3.** Caracterização qualitativa de sementes de soja das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR. Botucatu-SP, 2010.

<b>Características</b>	<b>BRS 232</b>	<b>BRS 282</b>	<b>BRS 243RR</b>
Teor de água (%)	10,7	9,4	10,6
Germinação (%)	83	89	91
Tetrazólio viabilidade <sub>(1-5,%)</sub>	93	93	95
Tetrazólio vigor <sub>(1-3,%)</sub>	83	83	93
Envelhecimento acelerado (%)	59	66	56
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ )	70,25	115,69	79,2
Germinação em areia (%)	97	93	94
Índice de velocidade de germinação	7,77	7,32	7,46
Massa de 100 sementes(g)	19,5	13,59	14,05

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 vários pré-testes, em tempos de exposição de 6; 12; 24; 30 e 48 horas às condições de envelhecimento. Após cada período de envelhecimento, as sementes foram novamente avaliadas quanto às porcentagens de água, de germinação em areia, e ao índice de velocidade de germinação. Aquelas envelhecidas por 24 e 48 horas foram consideradas como de médio e baixo vigor, respectivamente, e tiveram seu teor de água reduzido para valores próximos a 10,0-10,5% mediante secagem em condições de ambiente natural em camada única. Em seguida, foram avaliadas quanto à germinação em areia e índice de velocidade de germinação (Tabela 4).

**Tabela 4.** Caracterização qualitativa de sementes de soja das cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR após 24 horas (médio vigor) e 48 horas (baixo vigor) de envelhecimento acelerado (E.A). Botucatu-SP, 2010.

Características	BRS 232	BRS 282	BRS 243RR
	<b>Alto Vigor</b>		
Teor de água (%)	10,7	9,4	10,6
Germinação em areia (%)	97	93	94
Índice de velocidade de germinação	7,77	7,32	7,46
Características	<b>Médio Vigor (24horas E.A)</b>		
Teor de água (%)	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	7,48	6,95	7,05
Características	<b>Baixo Vigor (48horas E.A)</b>		
Teor de água (%)	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	4,62	4,83	4,53

A instalação do experimento ocorreu em 14 de dezembro de 2010, em área anteriormente cultivada com aveia preta (*Avena strigosa*) no período da entressafra, utilizando-se sementes previamente tratadas com o fungicida Derosal Plus<sup>®</sup>(carbendazim+thiram), na dose de 200 mL do produto comercial para 100 kg de sementes, e, em seguida, envelhecidas artificialmente para diferenciar os níveis de vigor.

O solo foi sulcado e adubado mecanicamente com emprego de uma semeadora de cinco linhas espaçadas de 0,45 m. As sementes foram distribuídas manualmente, a uma profundidade de 0,05 m, em quantidade superior a três vezes à necessária para posterior realização do desbaste.



A inoculação com estirpes *Bradyrhizobium* sp. foi realizada pela aplicação de solução (inoculante + água) no sulco de semeadura. O fechamento dos sulcos e a compactação sobre as sementes também foram realizados manualmente.

O desbaste foi realizado 15 dias após a emergência de todas as plântulas, considerando as densidades populacionais desejadas de 7 pl.m<sup>-1</sup>, 12 pl.m<sup>-1</sup>, e 17 pl.m<sup>-1</sup>, e de modo a proporcionar equidistância entre as plantas na linha.

Durante a condução do experimento foram aplicados tratamentos fitossanitários, baseado em indicações do monitoramento regular de insetos-pragas e doenças, e, conforme recomendações da tecnologia de produção de soja (EMBRAPA, 2010).

A operação de colheita foi realizada em 11 de abril de 2011, com o emprego de colhedora mecânica de parcelas, marca Wintersteiger (NM-Elite).

## **3.2. Avaliações no Campo**

### **3.2.1. Emergência de plântulas em campo**

Vinte e um dias após a semeadura foi efetuada a contagem por linha de todas as plântulas da parcela útil e efetuado o cálculo de emergência de plântulas em campo, expressa em porcentagem.

### **3.2.2. Florescimento**

O florescimento correspondeu ao número de dias compreendido entre a emergência das plântulas e a presença de 50% das plantas da área útil de cada parcela experimental no estágio R1, ou seja, com pelo menos uma flor aberta na haste principal, conforme escala proposta por Fehr e Caviness (1977).

### **3.2.3. Ciclo**

O ciclo de cada cultivar avaliado referiu-se ao número de dias compreendido entre a emergência das plântulas e a presença de 50% das plantas da área útil de cada parcela experimental no estágio R8 (maturação plena), conforme escala proposta por Fehr e Caviness (1977).

### **3.2.4. População final**

No momento da colheita, foi efetuada a contagem por linha de todas as plantas da parcela útil e efetuado o cálculo da proporção de plantas em relação à população inicial de plântulas, expressa em porcentagem.

### **3.2.5. Altura média das plantas**

A altura média das plantas foi calculada no final do ciclo da cultura, medindo-se a distância entre a superfície do solo e o ápice do caule de 10 plantas da área útil e cada parcela experimental.

### **3.2.6. Altura média da inserção da primeira vagem**

A altura média da inserção da primeira vagem foi determinada no final do ciclo da cultura, medindo-se a distância compreendida entre a superfície do solo e a inserção da primeira vagem presente na planta, avaliando-se 10 plantas da área útil de cada parcela.

### **3.2.7. Número médio de vagens por planta**

O número médio de vagens por planta foi obtido pela relação entre o número de vagens de cada planta, avaliando-se 10 plantas da área útil de cada parcela.

### **3.2.8. Número médio de sementes por vagem**

O número médio de sementes por vagem foi obtido pela relação entre o número total de sementes e o número total de vagens, avaliando-se 10 plantas por parcela.

### **3.2.9. Produção de sementes**

A produção de sementes, em quilos por hectare, foi determinada após colheita das plantas da área útil de cada parcela experimental, com auxílio de colhedora mecânica de parcelas, e posterior pesagem das sementes e padronização do grau de umidade para 13% em base úmida, determinado pelo do método de estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (BRASIL, 2009); foram consideradas, também, a produção das 10 plantas coletadas anteriormente para outras avaliações.

## **3.3. Avaliações em laboratório**

Em laboratório foram avaliadas as características qualitativas das sementes de soja produzidas na etapa anterior, conforme os diferentes níveis de vigor e densidades populacionais de plantas, mediante os testes ou determinações descritos à baixo.

O delineamento correspondente às avaliações em laboratório foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de cada parcela experimental no campo; sendo os resultados representados pela média dessas repetições.

### **3.3.1. Teor de água**

Para determinação do teor de água das sementes, foram empregadas duas sub-amostras de 20 sementes e o método da estufa elétrica de desidratação, sem

ventilação forçada, a  $105 \pm 3$  °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), com expressão dos resultados percentuais em base úmida.

### **3.3.2. Retenção de Peneira**

Para determinação da retenção de peneiras foram utilizadas duas sub-amostras de 100 g de sementes, empregando-se conjunto de peneiras de laboratório com perfurações circulares com dimensões de 18/64"; 15,5/64"; 13/64"; 11/64"; equivalentes a 7,14; 6,15; 5,16 e 4,36 mm, respectivamente. Após agitação manual por um minuto, as sementes retidas em cada peneira tiveram suas massas determinadas e os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.3. Massa de 100 sementes**

Para avaliação da massa de 100 sementes foram separadas, conforme prescrições estabelecidas pela RAS (BRASIL, 2009), com modificações, oito sub-amostras de 100 sementes, cujas massas foram determinadas em balança de precisão, com correção do teor de água para 13%. Os resultados foram expressos em gramas.

### **3.3.4. Teste de germinação**

O teste de germinação foi realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes por parcela, dispostas em substrato de papel toalha do tipo germitest, umedecidos com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados permaneceram acondicionados dentro de sacos plásticos fechados mantidos em um germinador regulado à temperatura de 25°C. As leituras foram efetuadas aos cinco e oito dias após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

### **3.3.5. Teste de envelhecimento acelerado**

Conforme metodologia descrita em Marcos Filho (1999), o teste de envelhecimento acelerado consistiu da disposição das sementes de cada parcela sobre tela no interior de caixas de plástico (11 x 11 x 3,5 cm), em camada única, sem entrarem em contato com os 40 mL de água destilada contidos no fundo. As caixas foram fechadas e mantidas no interior de sacos de plástico a 41 °C por 48 horas em câmara de envelhecimento Hitachi modelo MT10. Imediatamente após o término do período de envelhecimento, foi realizado teste de germinação como descrito no item 3.3.4. Avaliando-se, porém, a porcentagem de plântulas normais aos cinco dias após a instalação. Foi avaliado, também, após o período de envelhecimento, o teor de água das sementes conforme o método descrito no item 3.3.1.

### **3.3.6. Condutividade elétrica**

A avaliação da condutividade elétrica consistiu da disposição de quatro sub-amostras de 50 sementes por parcela, com massas conhecidas, em recipientes de plástico, adicionando-se 75 mL de água destilada. Os recipientes foram mantidos em temperatura de 25 °C por 24 horas para, a seguir, procedeu-se a leitura com condutímetro (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999), modelo Digimed D31. O resultado foi expresso em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , dividindo-se a leitura pela massa das sementes.

### **3.3.7. Teste de tetrazólio**

Com o objetivo de verificar o vigor (classes 1-3) e a viabilidade das sementes (classes 1-5), o teste de tetrazólio, conduzido na Embrapa Soja, com 100 sementes para cada parcela (duas sub-amostras de 50 sementes), pré-condicionadas em papel toalha umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, durante 16 horas, em germinador regulado à temperatura de 25 °C. Após este período, as sementes foram colocadas em um béquer, imersas em uma solução com concentração de 0,075% de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio e, em seguida, mantidas no escuro, em estufa com temperatura de

40 °C, por 2,5 horas, para o desenvolvimento da coloração. Após lavagem em água corrente, as sementes foram avaliadas individualmente, conforme metodologia descrita por França Neto et al. (1998).

### **3.3.8. Emergência de plântulas em areia**

O teste de emergência de plântulas em areia foi realizado utilizando-se quatro sub-amostras de 50 sementes por parcela. Essa determinação foi realizada em caixas de plástico com dimensões de 26,0 x 16,0 x 9,0 cm, utilizando-se como substrato areia lavada e esterilizada, umedecida inicialmente até atingir 60% da sua capacidade de retenção de água e reumedecida sempre que necessário. As sementes foram distribuídas a 3 cm de profundidade. As caixas foram mantidas em casa de vegetação, sob temperatura ambiente, cujo valor médio ficou em torno de 25 °C. No oitavo dia após a instalação do teste, o número de plântulas normais foi computada para cada repetição, obtendo-se, a seguir, a porcentagem média da emergência de cada parcela (NAKAGAWA,1994).

### **3.3.9. Índice de velocidade de emergência (IVE)**

Concomitantemente ao teste de emergência de plântulas em areia, foram realizadas contagens diárias do número de plantas emergidas. Ao final, foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$\text{IVE} = (E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n), \text{ onde:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência

$E_1$ ,  $E_2$  e  $E_n$  = número de plântulas emergidas determinando na primeira, na segunda, ...e na última contagem.

$N_1$ ,  $N_2$  e  $N_n$  = número de dias da semeadura à primeira, à segunda, ...e à última contagem.

### **3.4. Análise estatística**

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, pelo Teste F ( $p \leq 0,05$ ) com comparação das médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Efeito do vigor de sementes e densidade de plantas de soja sobre o seu desempenho em campo**

As emergências das plântulas foram observadas aos cinco dias nas parcelas com sementes de alto e médio vigor, e ao oitavo dia após a semeadura, nas parcelas com sementes de baixo vigor. Estes resultados, portanto, vêm ao encontro de resultados verificados por Edje e Burris (1971). A velocidade de emergência mais lenta de plântulas, a partir de sementes menos vigorosas, é decorrente do maior tempo demandado na restauração das organelas e tecidos danificados, antes do início do crescimento do eixo embrionário (VILLIERS, 1978, citado por CERVIERI FILHO, 2005). A emergência rápida e uniforme de plântulas no campo torna-se relevante pela redução do grau de exposição das sementes e das plântulas a possíveis fatores adversos.

É possível inferir, portanto, que os estádios vegetativos iniciais ocorrerão mais precocemente, quanto mais elevado o vigor das sementes, fato que proporciona inúmeras vantagens no processo produtivo comercial.



Na Tabela 5 estão dispostos os resultados da análise de variância (Teste F) dos dados concernentes às avaliações realizadas no campo, em função do vigor das sementes e da população de plantas das três cultivares de soja.

Foi detectado, em geral, ausência de efeitos da interação vigor de sementes e população de plantas em características dos componentes de produção e na produção de soja avaliados, exceto número de vagens por planta (BRS 232, BRS 243RR) e altura de inserção da primeira vagem (BRS 243RR); efeitos isolados das referidas fontes de variação foram observados.

O vigor das sementes influenciou a porcentagem de emergência de plântulas, fato constatado nas três cultivares de soja empregadas na pesquisa (Tabela 6). Confirma-se assim, os resultados de TeKrony et al. (1987) quanto à existência de relação entre a emergência de plântulas em campo e o vigor das sementes. No mesmo sentido, Pinthus e Kimel (1979) já tinham observado emergência mais precoce de plântulas de soja, provenientes de sementes de alto vigor, e com as primeiras folhas trifolioladas maiores em relação às plântulas oriundas de sementes de menor vigor, vantagem que se manteve ao longo do período de crescimento. Portanto, muito provavelmente, o uso de sementes mais vigorosas proporciona a produção de plântulas com maior tamanho e crescimento inicial, podendo, inclusive, afetar o desempenho da cultura ao longo do seu ciclo. É esperado que as plantas oriundas das sementes mais vigorosas, em função das maiores área foliar, taxa de crescimento (SCHUCH, 1999; SCHUCH et al., 2000; MACHADO, 2002) e altura das plantas (TEKRONY et al., 1987), sejam mais eficientes na competição por luz.

É imperativo, portanto, a utilização de lotes com elevado vigor, cujas sementes que os constituem tenham uniformidade quanto a esta característica fisiológica, uma vez que plantas originárias de sementes com diferentes níveis de vigor terão crescimentos distintos; as com maior crescimento afetarão a intensidade da luz incidente sobre as plantas com menor crescimento na comunidade vegetal e, por consequência, refletirá, possivelmente, no desenvolvimento e produção individual dessas plantas.

**Tabela 5.** Análise de variância (Teste F) dos dados da emergência de plântulas em campo (EMC), população final de plantas (PF), altura de plantas (AP), altura da inserção da primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (V/P), número de sementes por vagem (S/V) e produtividade (P) de soja, cultivar BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, considerando níveis de vigor das sementes e densidades de plantas. Botucatu-SP, 2011.

BRS 232							
FV	EMC (%)	PF (%)	AP (cm)	AIPV (cm)	V/P	S/V	P (kg.ha <sup>-1</sup> )
Vigor (V)	30,68**	0,10 <sup>ns</sup>	5,90**	1,42 <sup>ns</sup>	4,45*	1,46 <sup>ns</sup>	3,21 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	0,45 <sup>ns</sup>	2,47 <sup>ns</sup>	24,92**	13,65**	60,91**	1,42 <sup>ns</sup>	18,69**
V x D	0,33 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	5,54**	1,63 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>
CV(%)	6,97	3,29	10,24	13,89	10,11	13,61	7,74
BRS 282							
FV	EMC (%)	PF (%)	AP (cm)	AIPV (cm)	V/P	S/V	P (kg.ha <sup>-1</sup> )
Vigor (V)	24,43**	0,99 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	2,45 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	2,93 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	35,43**	30,31**	132,37**	4,75*	32,13**
V x D	0,65 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
CV(%)	6,3	4,65	10,09	13,34	9,56	11,98	9,4
BRS 243RR							
FV	EMC (%)	PF (%)	AP (cm)	AIPV (cm)	V/P	S/V	P (kg.ha <sup>-1</sup> )
Vigor (V)	48,95**	0,32 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	3,81*	3,18 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	0,47 <sup>ns</sup>	3,41 <sup>ns</sup>	6,85**	28,20**	103,73**	5,46*	13,09**
V x D	1,44 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	3,31*	4,22**	1,71 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>
CV(%)	6,08	4,13	21,26	9,24	12,28	10,85	6,09

ns, \*\* e \* são: não significativo, significativo a 1% e significativo a 5%, respectivamente.

Outro aspecto relevante do desenvolvimento inicial das plantas é estabelecer competição com plantas daninhas, pois plântulas maiores determinam o fechamento mais rápido do dossel e, conseqüentemente, o sombreamento do solo, influenciando negativamente o desenvolvimento de plantas concorrentes.

O efeito do vigor das sementes, observado na emergência de plântulas, não se refletiu na população final de plantas (Tabela 6) que é relativa à população inicial após o desbaste. De um modo geral, entende-se que, durante a fase de plântula e início do desenvolvimento da planta, o vigor pode ser responsável por considerável impulso ao crescimento. No entanto, o dimensionamento da persistência desse efeito inicial é menos evidente durante as fases subseqüentes do desenvolvimento; portanto, à medida que os estádios se sucedem, essa influência tende à redução gradativa, até se tornar pouco expressiva, a partir do início da fase reprodutiva da planta (TEKRONY; EGLI, 1991).

O florescimento das plantas ocorreu 41 dias após a emergência das plântulas das três cultivares, e não foi influenciado pelos fatores avaliados, vigor e densidade de plantas, pois essa característica é afetada por fatores ambientais, principalmente água, temperatura e fotoperíodo. A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima da temperatura base, que para as cultivares brasileiras, estima-se ser cerca de 13 °C, fato ocorrido durante a condução do experimento (Figura 1), além da sensibilidade ao período de escuro (nictoperíodo), para a indução e formação dos botões florais.

O ciclo das plantas das cultivares, tendo em vista a sua duração foi antecipado, considerando a classificação constante em Embrapa (2009); que descreve ciclos de 133-144; 130-142 e 130-140 dias para as cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, respectivamente, enquanto que o verificado foi 118 dias. Essa variação, considerada normal, é dependente das condições climáticas e, principalmente, da altitude de cada local de produção.

Pelos resultados obtidos, verificou-se ausência de efeito dos níveis de vigor das sementes na duração dos estádios de desenvolvimento reprodutivo das cultivares. Estes resultados concordam com os de Nakagawa et al. (1985) e de Marcos Filho (1979), e discordam, porém, com os de Torrie (1958) e Fehr e Probst (1971), que constataram atraso na maturação de plantas originárias de sementes de baixo vigor.

**Tabela 6.** Emergência de plântulas em campo (EMC) e população final de plantas (PF), cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

EMC (%)					PF (%)				
BRS 232									
Vigor	Densidade de plantas				Médias	Densidade de plantas			
	D1	D2	D3			D1	D2	D3	Médias
Alto	81,0	83,0	82,2	82,1 a	95,0	96,1	95,2	95,4 a	
Médio	72,9	72,1	74,0	73,0 b	98,1	95,9	91,2	95,0 a	
Baixo	66,0	63,2	67,8	65,7 c	96,5	95,4	95,0	95,6 a	
Médias	73,3 A	72,7 A	74,7 A		96,5 A	95,8 A	93,8 A		
CV(%)	6,97				3,29				
BRS 282									
Vigor	Densidade de plantas				Médias	Densidade de plantas			
	D1	D2	D3			D1	D2	D3	Médias
Alto	73,1	68,3	74,5	71,2 a	97,6	95,8	95,4	96,2 a	
Médio	66,7	65,0	68,6	66,8 b	95,0	96,8	92,6	94,7 a	
Baixo	60,0	58,8	61,3	59,0 c	93,7	94,1	93,4	93,7 a	
Médias	65,6 A	64,0 A	68,1 A		95,4 A	95,5 A	93,8 A		
CV(%)	6,3				4,65				
BRS 243RR									
Vigor	Densidade de plantas				Médias	Densidade de plantas			
	D1	D2	D3			D1	D2	D3	Médias
Alto	84,0	84,1	85,4	84,5 a	99,8	99,0	96,1	98,3 a	
Médio	76,2	70,4	75,2	73,9 b	98,6	99,4	93,1	97,0 a	
Baixo	67,5	68,0	63,1	66,2 c	96,7	99,0	96,1	97,3 a	
Médias	75,9 A	74,2 A	74,6 A		98,3 A	99,2 A	95,1 A		
CV(%)	6,08				4,13				

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

As alturas médias das plantas, da inserção da primeira vagem e arquitetura das plantas de soja, apesar características definidas geneticamente, podem sofrer influências de vários fatores, entre eles época de semeadura, espaçamento, densidade populacional, suprimento de água, temperatura e fertilidade do solo (BERGAMASCHI; BARNI, 1978, citado por Vazquez et al., 2008).

Foram constatados efeitos da densidade populacional na altura de plantas das três cultivares e também, na cultivar BRS 232 do vigor das sementes (Tabela 7).

A elevação da população de plantas significou elevação da altura de plantas (cm) em consonância às informações de Marchiori et al. (1999) e Martins et al. (1999) de que 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, independente da época de semeadura.

A influência dos níveis de vigor em relação à altura de planta foi verificada, apenas, na cultivar BRS 232, em que parcelas oriundas de sementes de alto e médio vigor tiveram plantas com maior altura. Este 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). Resultado semelhante foi relatado por Schuch et al. (1999), que, estudando o crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes, concluíram haver redução, retardamento e desuniformidade de emergência de plântulas no campo quando oriundas de sementes de menor vigor e que as de vigor mais elevado produzem plântulas com maior tamanho inicial. Alguns autores (BYRD, 1979; POPINIGIS, 1973) constataram que sementes de menor vigor deram origem a plantas de menor altura, principalmente nos estádios iniciais do desenvolvimento. 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 7), como o relatado por Nagakawa et al. (1985).

**Tabela 7.** Altura de plantas (AP) e altura da inserção da primeira vagem (AIPV), em plantas de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

		AP (cm)				AIPV (cm)			
<b>BRS 232</b>									
Vigor	Densidade de plantas			Médias <sup>1</sup>	Densidade de plantas			Médias	
	D1	D2	D3		D1	D2	D3		
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	52,3 A	56,0 A		11,4 B	14,7 A	15,1 A		
CV(%)	10,24				13,89				
<b>BRS 282</b>									
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias	
	D1	D2	D3		D1	D2	D3		
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				
<b>BRS 243RR</b>									
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias	
	D1	D2	D3		D1	D2	D3		
Alto	45,8	49,1	55,8	50,3 a	12,6 Ba	13,8 Ba	17,7 Aa	14,7 a	
Médio	46,1	54,5	70,4	57,0 a	13,0 Ba	14,2 ABa	15,8 Aab	14,3 a	
Baixo	40,8	49,1	56,4	48,7 a	11,0 Ba	15,4 Aa	15,3 Ab	13,9 a	
Médias	44,2 B	50,9 AB	60,8 A		12,2 C	14,5 B	16,3 A		
CV(%)	21,26				9,24				

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

Considerando as cultivares BRS 232 e BRS 282, os níveis de vigor não afetaram a altura de inserção da primeira vagem, semelhantemente ao observado por Vanzolini (2002), que trabalhou com nove lotes de sementes de soja. Todavia, a elevação da população de plantas provocou, como esperado, aumento da altura de inserção da primeira vagem (Tabela 7).

Interação significativa vigor de sementes x densidade populacional foi observada quanto à altura da inserção da primeira vagem das plantas da cultivar BRS 243RR (Tabela 5 e 7). Em todos os níveis de vigor, foram constatadas elevações da altura da inserção da primeira vagem, quanto maiores a população de plantas. Nas parcelas formadas com sementes de baixo vigor e na maior densidade populacional, as plantas tiveram menor altura de inserção da primeira vagem, consequência do atraso na emergência de plântulas oriundas de sementes de baixo vigor.

De acordo com a Tabela 8, números médios superiores de vagens por planta foram constatados na densidade menor de plantas, para os três níveis de vigor das sementes, cultivar BRS 243RR. Nesta, foi possível observar um incremento no número de vagens por planta de até 51% na menor densidade populacional.

Considerando a cultivar BRS 232, plantas oriundas de sementes de baixo vigor, nas densidades 7 e 12 pl.m<sup>-1</sup> desenvolveram menor número de vagens. Para PANOZZO et al. (2009), plantas originadas de sementes de alto vigor, produzem número de vagens por planta em torno de 17% superiores às plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

Já, na cultivar BRS 282, o efeito do vigor das sementes não foi claro, ao contrario da densidade de plantas; neste caso, elevação do número de vagens ocorreu com reduções da população de plantas.

**Tabela 8.** Número de vagens por planta (V/P) e de sementes por vagem (S/V) de plantas de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

V/P					S/V			
<b>BRS 232</b>								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	52,5 Ab	48,9 Aa	36,3 Ba	45,9 ab	1,6	1,5	1,5	1,5 a
Médio	65,2 Aa	44,0 Bab	37,7 Ba	49,0 a	1,8	1,6	1,7	1,7 a
Baixo	55,5 Ab	36,5 Bb	37,9 Ba	43,3 b	1,6	1,9	1,5	1,6 a
Médias	57,7 A	43,1 B	37,3 C		1,6 A	1,7 A	1,5 A	
CV(%)	10,11				13,61			
<b>BRS 282</b>								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
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			
<b>BRS 243RR</b>								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	80,3 Aa	46,6 Ba	33,0 Ca	53,3 a	1,8	1,8	1,7	1,7 b
Médio	62,1 Ab	52,5 Aa	34,0 Ba	49,5 a	2,3	1,8	1,8	2,0 a
Baixo	72,4 Aab	47,9 Ba	36,6 Ba	52,3 a	2,0	1,9	2,0	1,9 ab
Médias	71,6 A	49,0 B	34,6 C		2,0 A	1,8 B	1,8 B	
CV(%)	12,28				10,85			

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



A soja é espécie agrícola cujas plantas têm característica de alta plasticidade, ou seja, capacidade de adaptação às condições ambientais e de manejo por meio de modificações na sua arquitetura e nos componentes de rendimento. Estudos avaliando a plasticidade da planta de soja quanto à sua adaptabilidade em diferentes arranjos populacionais demonstram que o número de vagens é determinado durante os estádios vegetativos finais e reprodutivos iniciais. A interceptação de luz pela comunidade de plantas é fundamental para o desenvolvimento de gemas reprodutivas, armazenamento de fotoassimilados e diminuição do aborto de flores e vagens (BOARD; HARVILLE,1994).

Logo, quando adotada uma população menos densa de plantas ( 7 pl. m<sup>-1</sup>), ocorre menor crescimento de plantas (AP) que, no entanto, produzem maior número de vagens (Tabela 8). Essas plantas, com mais espaço para desenvolvimento lateral, parecem obedecer a uma estratégia de partição de fotossintatos que privilegia a produção de vagens. Esses resultados parecem confirmar os dados de Tourino et al. (2002) que, estudando o efeito de diversas densidades de plantas na linha de semeadura, verificaram que o número de vagens por planta variou inversamente com a densidade de plantas.

Também, relação inversa entre o número médio de sementes e densidade de plantas foi observado nas cultivares BRS 282 e BRS 243RR.

O vigor não afetou o número médio de sementes por vagem; como verificado por Puteh et al. (1995) 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.

Conforme apresentado na Tabela 9, relação direta entre número de plantas na linha, considerando as densidades avaliadas, e a produção foi constatada.

Embora a análise estatística não tenha revelado diferença entre os níveis de vigor das sementes na produção, cabe ressaltar os aumentos de 8% e 6% na produção de sementes das cultivares BRS 232 e BRS 243RR, respectivamente, quando as plantas foram originadas de sementes com vigor médio e alto, em relação as de baixo vigor.

**Tabela 9.** Produção (P) de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

Produção (kg.ha <sup>-1</sup> )				
BRS 232				
Vigor	Densidade de plantas			Médias <sup>1</sup>
	D1	D2	D3	
Alto	3.384,4	3.342,8	3.735,8	3571,3 a
Médio	3.171,2	3.661,5	4.094,4	3642,7 a
Baixo	3.001,6	3.342,8	3.766,0	3370,1 a
Médias	3186,0 C	3532,7 B	3865,4 A	
CV(%)	7,74			
BRS 282				
Vigor	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3	
Alto	2.884,0	3.402,5	3.880,6	3377,1 a
Médio	2.849,6	3.436,4	3.917,2	3401,3 a
Baixo	2.872,5	3.272,8	3.886,2	3343,5 a
Médias	2856,7 C	3370,2 B	3894,8 A	
CV(%)	9,4			
BRS 243RR				
Vigor	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3	
Alto	3.713,6	4.028,9	4.149,1	3963,9 a
Médio	3.650,1	4.102,1	4.058,0	3936,7 a
Baixo	3.505,5	3.577,9	4.138,5	3740,6 a
Médias	3623,1 B	3903,0 A	4115,2 A	
CV(%)	6,09			

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

Popinigis (1973) observou rendimento de sementes 16% superior das plantas de soja provenientes das sementes de alto vigor em relação às de baixo vigor. Estreita relação entre o vigor de sementes e a produtividade também foi constatada por França Neto et al (1984), que observaram acréscimos de 20% a 35% no rendimento de grãos com o emprego de sementes de alto vigor, em relação às de baixo vigor. Scheeren (2002) notou um aumento de 9% na produtividade da cultura da soja, pelo uso de sementes de alto vigor. Do mesmo modo, Kolchinski (2003), 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 e Toledo (1978) verificaram produções 24% inferiores em plantas provenientes de sementes de vigor inferior, comparativamente à plantas oriundas de vigor superior.

A ausência de significâncias estatísticas dos dados de produção ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) constatados nesse trabalho pode ser explicada pela ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas e à produção de sementes de soja, como revelado na Figura 1. Durante a fase vegetativa e início do florescimento, as temperaturas médias e as precipitações pluviais foram adequadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas de soja. Regiões com precipitações médias anuais de 700 a 1200 mm, com boa distribuição (500 a 700 mm) durante o ciclo das plantas, são consideradas aptas para a cultura. A disponibilidade de água é importante em todo o ciclo da cultura, sendo indispensável em dois períodos, na germinação das sementes- emergência das plântulas e na floração-enchimento de grãos. Na fase reprodutiva, a ocorrência de precipitações pluviais regulares proporcionou adequada granação das vagens de soja (Figura 1). Próximo à colheita ocorreu redução das chuvas, o que possibilitou desidratação paulatina das sementes sem a ocorrência de períodos de ganhos e perdas de água pela semente e, portanto, de deterioração por umidade assim, todos os estádios fenológicos da cultura da soja ocorreram sob adequadas exigências fotoperiódicas, térmica e hídricas.

Houve aumento significativo na produção de sementes com a elevação de plantas por metro. O efeito da maior disponibilidade do espaço para as plantas originadas de sementes de diferentes níveis de vigor proporcionou uma produção média equivalente entre os diferentes níveis de vigor das sementes. Outro fato que cabe ressaltar é que, quando os

fatores edafoclimáticos são adequados ao exigido pela cultura, como o ocorrido nesta pesquisa, 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.

#### **4.2. Qualidade das sementes produzidas**

De acordo com Popinigis (1985), a qualidade da semente é definida como o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas geneticamente puras e de alta produtividade. Em busca de possíveis alterações na qualidade de sementes de soja, produzidas de plantas a partir de sementes com diferentes níveis de vigor e em densidades populacionais distintas, elas, logo após a colheita, tiveram algumas características qualitativas avaliadas.

Os resultados da determinação do teor de água das sementes, não avaliados estatisticamente, estão dispostos na Tabela 10, e revelam variações mínimas entre as amostras de cada cultivar. Assim, foi possível minimizar influências dessa característica física nas demais avaliações qualitativas das sementes.

Na Tabela 11 são apresentados os resultados da análise de variância (Teste F) e os dados relativos à qualidade das sementes produzidas por plantas de soja, conforme o vigor das sementes que as originaram e de seu número na linha de cultivo. A maioria das indicações dos dados é de ausência de efeitos dos fatores estudados, isolados ou em interação, à qualidade das sementes produzidas, embora com algumas exceções.

**Tabela 10.** Teor de água de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, produzidas em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

Teor de água			
BRS 232			
Vigor	Densidade de plantas		
	D1	D2	D3
Alto	10,4	11,0	10,8
Médio	11,0	11,2	10,7
Baixo	10,1	11,1	11,0
BRS 282			
Vigor	Densidade de plantas		
	D1	D2	D3
Alto	9,0	8,4	9,2
Médio	9,1	8,8	9,2
Baixo	9,4	8,5	9,2
BRS 243RR			
Vigor	Densidade de plantas		
	D1	D2	D3
Alto	10,3	10,0	10,1
Médio	10,1	10,1	10,3
Baixo	10,3	10,0	10,1

**Tabela 11.** Análise de variância (Teste F) dos dados da primeira contagem do teste de germinação (PC), germinação (G), plântulas anormais do teste de germinação (PA), tetrazólio viabilidade (Tz<sub>1-5</sub>), tetrazólio vigor (Tz<sub>1-3</sub>), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), e massa de 100 sementes (M 100), em três cultivares de soja, BRS 232, BRS 282 e BRS 243RRR, considerando níveis de vigor das sementes e densidades de plantas. Botucatu-SP, 2011.

BRS 232										
FV	M 100	PC	G	PA	Tz <sub>1-5</sub> %	Tz <sub>1-3</sub> %	EA	CE	EM	IVE
Vigor (V)	0,74 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	3,21 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	7,52 <sup>**</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	2,05 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	4,15 <sup>*</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
V x D	0,826 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>
CV(%)	2,24	5,05	3,3	49,08	2,25	3,29	5,74	9,55	3,49	5,29
BRS 282										
FV	M 100	PC	G	PA	Tz <sub>1-5</sub> %	Tz <sub>1-3</sub> %	EA	CE	EM	IVE
Vigor (V)	0,81 <sup>ns</sup>	2,03 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	3,86 <sup>ns</sup>	2,24 <sup>ns</sup>	2,61 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	2,86 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	2,72 <sup>ns</sup>
V x D	0,51 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	2,45 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>*</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
CV(%)	2,53	1,91	1,69	63,47	2,84	4,16	1,89	5,53	1,89	2,09
BRS 243RRR										
FV	M 100	PC	G	PA	Tz <sub>1-5</sub> %	Tz <sub>1-3</sub> %	EA	CE	EM	IVE
Vigor (V)	1,78 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	19,84 <sup>**</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	0,15 <sup>ns</sup>	5,43 <sup>*</sup>	3,93 <sup>*</sup>	4,00 <sup>*</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	9,70 <sup>**</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>
V x D	0,23 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>
CV(%)	2,38	2,57	2,88	41,32	1,99	3,34	3,08	4,42	4,39	5,95

ns, \*\* e \* são: não significativo, significativo a 1% e significativo a 5

A massa de 100 sementes (Tabela 12) não foi influenciada pelos fatores estudados, isoladamente ou em interação. Os valores obtidos foram superiores aos relatados por Embrapa (2009), quais sejam 18,5g, 13,7g e 12,6 g, considerando as cultivares BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, respectivamente; Os valores médio verificados foram 20,7; 17,0 e 18,3 g, também de modo respectivo. Esse fato remete aos efeitos dos fatores ambientais para o sucesso da produção que, em soja, são o fotoperíodo, a temperatura do ar e a intensidade e distribuição de chuvas.

Pesquisas sobre a influência 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 pl.m<sup>-1</sup>), reduz o tamanho e a massa das sementes. Já, Batistella Filho (2003), citado por Vazquez (2008), trabalhando com diferentes populações de plantas por área (300.000; 400.000 e 500.000 pl.ha<sup>-1</sup>), não obteve, de maneira geral, alterações na massa de 100 sementes das cultivares avaliadas.

Os resultados do teste de retenção de peneiras (Tabela 13) revelaram ausência de efeitos dos fatores avaliados, níveis de vigor e densidade de plantas, no tamanho das sementes produzidas. Foi constatado 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%

**Tabela 12.** Massa de 100 sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor (alto,médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2 12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

Massa de 100 sementes (g)				
BRS 232				
Vigor	Densidade de plantas			Médias <sup>1</sup>
	D1	D2	D3	
Alto	20,6	20,7	20,5	20,6
Médio	20,4	21,0	21,1	20,8
Baixo	20,5	20,7	21,0	20,8
Médias	20,5	20,8	20,9	
CV(%)	2,24			
BRS 282				
Vigor	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3	
Alto	16,6	16,9	17,0	16,8
Médio	17,1	16,8	17,3	17,1
Baixo	16,9	16,7	17,2	17,0
Médias	16,9	16,8	17,2	
CV(%)	2,53			
BRS 243RR				
Vigor	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3	
Alto	18,2	18,0	18,0	18,1
Médio	18,4	18,5	18,4	18,5
Baixo	18,4	18,3	18,9	18,5
Médias	18,34	18,26	18,46	
CV(%)	2,38			

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



**Tabela 13.** Porcentagem de sementes de soja retidas nas peneiras 18"/64 e 15,5"/64; 7,14mm e 6,15 mm, respectivamente; Cultivar BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, produzidas de plantas oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor (alto, médio e baixo) em distintas densidades de plantas (D1-7 pl. m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

Peneiras = 18"/64 + 15,5"/64				
BRS 232				
Vigor	Densidade de plantas			Médias <sup>1</sup>
	D1	D2	D3	
Alto	98,7	99,0	98,5	98,7a
Médio	99,0	98,9	99,2	99,1 a
Baixo	99,0	99,1	99,1	99,1 a
Médias	98,9A	99,0 A	98,9 A	
CV(%)	0,49			
BRS 282				
Vigor	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3	
Alto	88,0	89,4	89,8	89,1 b
Médio	90,7	89,8	92,3	91,0 ab
Baixo	92,0	90,1	92,8	91,6 a
Médias	90,2 A	89,8 A	91,6A	
CV(%)	2,29			
BRS 243RR				
Vigor	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3	
Alto	95,6	94,8	93,3	94,6 a
Médio	96,8	96,0	94,6	95,8 ab
Baixo	96,4	95,3	96,9	96,2 a
Médias	96,3 A	95,35 A	94,9 A	
CV(%)	1,65			

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

A classificação de sementes de soja é realizada há vários anos no Brasil. Essa operação reveste-se de importância, uma vez que a padronização por tamanho das sementes possibilita maior precisão de semeadura e, portanto, a obtenção da população desejada de plantas (KRZYZANOWSKI et al., 1991). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), as sementes de maior tamanho, ou aquelas com densidade elevada, são as que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente mais vigorosas. Sementes classificadas em diferentes tamanhos apresentam diferenças em qualidade fisiológica, sendo que as maiores (peneira 7,0 mm) apresentam maiores porcentagens de germinação e de vigor (PÁDUA et al., 2010).

Os dados referentes às porcentagens da primeira contagem da germinação, germinação e de plântulas anormais do teste de germinação estão dispostos na Tabela 14.

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

Os dados de viabilidade e vigor constantes na Tabela 15, avaliados pelo teste de tetrazólio (Tz Viabilidade <sub>1-5</sub> % e Tz Vigor <sub>1-3</sub> %) semelhantes às porcentagens de germinação (Tabela 14), não revelaram qualquer efeito dos fatores estudados; esses mesmos dados indicaram a elevada qualidade fisiológica das sementes produzidas, com consequências da excelência das condições climáticas para a produção na safra 2010/2011. De acordo com França et. al (1999), sementes de soja com resultados iguais ou superiores à 85% no teste de tetrazólio vigor (Tz<sub>1-3</sub> %) são consideradas como de vigor muito alto.

**Tabela 14.** Resultados da primeira contagem do teste de germinação (PC), germinação (G) e plântulas anormais do teste de germinação (PA), de sementes de soja; Cultivar BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl. m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

Vigor	PC (%)			G (%)						PA (%)		
	Densidade de plantas			Densidade de plantas			Densidade de plantas			Densidade de plantas		
	D1	D2	D3	Médias <sup>1</sup>	D1	D2	D3	Médias	D1	D2	D3	Médias
<b>BRS 232</b>												
Alto	89	91	88	89,8	91	92	90	90,9	7	6	9	7,5 a
Médio	89	90	88	88,7	90	91	91	90,5	9	7	8	7,6 a
Baixo	91	90	87	89,3	94	94	89	92,2	5	1	8	4,6 a
Médias	89,8	90,3	87,6		91,4	92,3	89,9		7,1 AB	4,5 B	8,2 A	
CV(%)	5,05				3,3				49,08			
<b>BRS 282</b>												
Vigor	D1	D2	D3	Médias	D1	D2	D3	Médias	D1	D2	D3	Médias
Alto	95	98	98	97,1	96	98	98	97,4	4	2	1	2,1
Médio	98	97	97	97,2	98	97	97	97,2	2	2	3	2,4
Baixo	97	97	94	95,8	97	97	95	96,6	3	2	4	3,0
Médias	96,5	97,3	96,2		96,5	97,6	96,7		2,6	2,0	2,9	
CV(%)	1,91				1,69				63,47			
<b>BRS 243RR</b>												
Vigor	D1	D2	D3	Médias	D1	D2	D3	Médias	D1	D2	D3	Médias
Alto	94	95	94	94,2 a	95	95	94	94,3 a	5	5	6	5,4 a
Médio	95	93	89	92,1 a	95	93	90	92,3 a	5	7	10	7,4 a
Baixo	93	95	91	93 a	94	95	91	93,2 a	6	5	8	6,2 a
Médias	94,1 A	94 A	91,2 B		94,3 A	94 AB	91,5 B		5,3 B	5,7 AB	8,0 A	
CV(%)	2,57				2,88				41,32			

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

**Tabela 15.** Teste de tetrazólio viabilidade ( $Tz_{1-5},\%$ ) e tetrazólio vigor ( $Tz_{1-3},\%$ ) de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7  $pl.m^{-1}$ , D2 -12  $pl.m^{-1}$ , D3-17  $pl.m^{-1}$ ). Botucatu-SP, 2011.

Tetrazólio viabilidade ( $Tz_{1-5},\%$ )					Tetrazólio vigor ( $Tz_{1-3},\%$ )			
BRS 232								
Vigor	Densidade de plantas			Médias <sup>1</sup>	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	97	96	97	96,8	94	94	94	93,8
Médio	95	95	97	95,7	91	93	94	92,4
Baixo	95	95	96	95,3	92	93	92	92,1
Médias	95,8	95,5	96,4		92,4	93,0	92,9	
CV(%)	2,25				3,29			
BRS 282								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	95	92	94	93,3	91	87	89	88,9
Médio	96	95	97	95,9	93	91	93	92,0
Baixo	92	94	94	93,3	88	91	89	89,6
Médias	94,2	93,7	94,7		90,8	89,5	90,3	
CV(%)	2,84				4,16			
BRS 243RR								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	96	98	98	97,3	94	92	93	93,0
Médio	96	97	96	96,1	92	90	91	90,8
Baixo	98	96	98	97,3	92	90	92	91,1
Médias	96,5	96,9	97,2		92,4	90,7	91,8	
CV(%)	1,99				3,34			

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

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 16) não indicaram efeitos claros no vigor de sementes produzidas de soja. Porém, observou-se na cultivar BRS 282 menor porcentagem de germinação das sementes envelhecidas oriundas de plantas da maior densidade e de sementes de baixo vigor. Todavia, as diferenças não somente podem ser atribuídas ao genótipo, mas, também, ao efeito do ambiente. A associação de plantas originárias de sementes de baixo vigor com a maior densidade de plantas pode afetar a intensidade e a composição da luz incidente sobre as plantas e refletir no desenvolvimento e produção individual dessas plantas.

Os dados dos teores de água das sementes de soja dos diferentes cultivares e oriundas dos diferentes tratamentos variaram, após o envelhecimento acelerado, entre de 27,8% a 30,5%, e podem ser consideradas adequadas à segurança das interpretações dos resultados do teste.

Foram observadas diferenças das leituras da condutividade elétrica apenas das sementes da cultivar BRS 243RR (Tabela 16). Nesse caso, e em termos médios, plantas provenientes de sementes com vigor inferior produziram sementes com vigor superior. O teste de condutividade elétrica avalia, indiretamente, o grau de estruturação das membranas celulares, em decorrência da deterioração das sementes, relacionando à quantidade de íons lixiviados em solução de embebição (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O teste de emergência de plântulas em areia e o índice de velocidade de emergência (Tabela 17) não acusaram efeitos dos fatores avaliados. No presente estudo o efeito do vigor e das densidades de plantas, de maneira geral, não foi significativo para as características qualitativas das sementes produzidas de soja; porém, foram verificados ótimos resultados qualitativos elevados e que indicaram adequabilidade das condições climáticas e das práticas de manejo adotadas.

**Tabela 16.** Testes de envelhecimento acelerado (EA) e de condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor e das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

EA (%)					CE (μS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )			
BRS 232								
Vigor	Densidade de Plantas			Médias <sup>1</sup>	Densidade de Plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	85	84	84	84,3 a	66,6	62,5	66,5	65,3
Médio	84	74	78	78,7 b	63,9	66,2	65,7	65,3
Baixo	85	87	86	86 a	65,0	62,4	63,4	63,6
Médias	84,7 A	81,7 A	82,7 A		65,2	63,7	65,2	
C.V(%)	5,79				9,55			
BRS 282								
Vigor	Densidade de Plantas			Médias	Densidade de Plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	94 Aa	95 Aa	96 Aa	94,6 a	83,2	78,8	80,2	80,7
Médio	95 Aa	94 Aa	95 Aab	94,6 a	79,2	79,2	82,0	80,1
Baixo	96 Aa	92 Ba	92Bb	93,3 a	89,3	78,1	80,9	79,4
Médias	95 A	93,6 A	94,3 A		80,6	78,7	81,0	
C.V(%)	1,89				5,53			
BRS 243RR								
Vigor	Densidade de Plantas			Médias	Densidade de Plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	93	91	88	90,7 a	69,9	69,9	73,0	70,9 a
Médio	92	90	87	89,7 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	87,7 B		66,5 A	67,8 A	67,2 A	
C.V(%)	3,08				4,42			

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

**Tabela 17.** Teste de emergência de plântulas em areia (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja, cultivar BRS 232, BRS 282, BRS 243RR, em função dos níveis vigor e das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade de plantas (D1-7 pl.m<sup>-1</sup>, D2-12 pl.m<sup>-1</sup>, D3-17 pl.m<sup>-1</sup>). Botucatu-SP, 2011.

E.M (%)					I.V.E			
BRS 232								
Vigor	Densidade de plantas			Médias <sup>1</sup>	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	93	93	95	93,7	5,79	5,90	6,12	5,94
Médio	92	91	90	91,0	5,70	5,92	5,50	5,70
Baixo	93	94	93	93,3	5,84	6,00	5,77	5,87
Média	92,7	92,7	92,7		5,78	5,94	5,80	
C.V(%)	3,49				5,29			
BRS 282								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	97	95	97	96,3	6,95	6,79	6,95	6,91
Médio	96	97	98	97	6,85	6,95	7,04	6,95
Baixo	96	96	97	96,3	6,84	6,90	6,96	6,90
Média	96,3	96	97,3		6,88	6,88	7,00	
C.V(%)	1,89				2,09			
BRS 243RR								
Vigor	Densidade de plantas			Médias	Densidade de plantas			Médias
	D1	D2	D3		D1	D2	D3	
Alto	99	98	99	99	7,59	7,77	7,78	7,71
Médio	99	92	97	96	7,78	7,31	7,76	7,62
Baixo	99	99	98	98	7,70	7,65	7,45	7,60
Média	99	96,3	98		7,69	7,58	7,66	
C.V(%)	4,39				5,95			

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

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vigor das sementes é característica determinante do sucesso da implantação de campos de produção, com possibilidades de influenciar o desenvolvimento das plantas e, até a produção final, dependente das condições climáticas reinantes ao longo do ciclo da cultura. Sementes mais vigorosas são aquelas que melhor cumprem as etapas de germinação e emergência das plântulas, garantidoras da população desejada de plantas, mesmo sob condições que desviam-se das considerações ideais.

Em razão de características intrínsecas, sementes vigorosas proporcionam emergência mais rápida e uniforme de plântulas, que são também, de maior tamanho, como observado na pesquisa. Nessas circunstâncias, com melhor desenvolvimento inicial das estruturas radiculares e foliares, as plantas têm elevado sua capacidade de exploração dos recursos do solo e de estabelecimento de competição com comunidade vegetal concorrente, aspectos relevantes quando as condições climáticas não são satisfatórias.

Há indicação na literatura consultada de efeitos do vigor de sementes em características das plantas delas oriundas, mais ou menos acentuadas, conforme a condição ambiental. Nesta pesquisa, em razão da excelência das condições climáticas ocorridas durante a fase de campo, sementes de baixo vigor equivaleram-se às de médio e alto vigor quanto à



algumas características das plantas. Todavia, o emprego de sementes de baixo vigor pode significar desvantagens, como menores alturas de plantas e de inserção da primeira vagem, nas populações superiores de plantas.

Com a elevação da densidade de plantas na linha, foi verificado redução de número de vagens, apesar de resultados não muito claros, foram constatadas, em algumas situações, reduções do número de vagens por planta quanto oriundas de sementes de baixo vigor.

Embora verificada ausência de diferença estatística, cabe ressaltar o retorno positivo na produção de sementes ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), relacionado aos níveis de vigor. Foi evidenciado tendência de maior produção de sementes nas parcelas oriundas de sementes de alto e médio vigor.

As características qualitativas das sementes de soja produzidas não foram influenciadas pelo vigor das sementes, pela densidade de plantas e pelo desenvolvimento inicial da planta-mãe. Em função dos resultados obtidos na pesquisa realizada, permitem concluir que as sementes produzidas foram de alta qualidade física e fisiológica.

## **6. CONCLUSÕES**

Considerando os níveis alto, médio e baixo do vigor das sementes e as densidades populacionais de 7, 12 e 17 plantas.m<sup>-1</sup> de soja , pode-se concluir:

1. O vigor das sementes de soja determina a velocidade e a proporção de emergência de plântulas no campo.
2. O vigor das sementes e a densidade de plantas na linha pode influenciar a produção de soja.
3. O vigor das sementes e a densidade de plantas na linha não influenciam a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. In: \_\_\_\_\_. **The handbook on seed testing**. East Lansing, 1983.

BARNI, N.; GOMES, J. E. S; GONÇALVES, J. C. Efeito da época de semeadura, espaçamento e população de plantas sobre o desempenho da soja [*Glycyne max* (L.) Merrill], em solo hidromórfico. **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 245-296, 1985.

BATISTELLA FILHO, F. **Influência do espaçamento entrelinhas e população de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BERGAMASCHI, H.; BARNI, N. A. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas de soja: recomendações para o Rio Grande do Sul. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 21, p. 57-62, out. 1978.

BLACK, J. N. Competition between plants different initial seed sizes in wards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) with particular reference to leaf área and light microclimate. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, p. 299-318, 1958.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 6, p. 1103-1106, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. 398 p.

BYRD, H. W. **Effect of deterioration in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] seed on storability and field performance**. 1970. 96 p. Thesis (PhD in Agronomy)-Mississippi State University, Mississippi, 1970.

CARNEIRO, G. E. de 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, MG, 1988.

CARPENTER, A. C.; BOARD, J. E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 3, p. 755-761, 1997.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 424 p.

CARVALHO, N. M.; TOLEDO, F. F. Relationships between available space for plant development and seed vigour in peanut (*Arachis hypogea*) plant performance. **Seed Science and Technology**, Zürich, 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 Agronomia/ Ciência e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 6 jan. 2012.

COSTA, J. A.; OPLINGER, E. S.; PENDLETON, J. W. Response of soybean cultivars to planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 1, p. 153-156, 1980.

DORNBOS, D. L. Jr. Production environment and seed quality. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. p. 119-152.

- EDJE, O. T.; BURRIS, J. S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 4, p. 536-538, 1971.
- EGLI, D. B. Plant density and soybean yield. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 6, p. 977-981, 1988.
- EGLI, D. B. Relationship of uniformity of soybean seedling emergence to yield. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v. 17, n. 1, p. 22-28, 1993.
- ELLIS, R. H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 11, p. 249-255, 1992.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil: 2011**. Londrina, 2010. 255 p.
- FARIAS, J. R. B. et al. **Cultivares de soja: região Centro-Sul 2009/2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 76 p.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11 p.
- FEHR, W. R.; PROBST, A. H. Effect of seed source on soybean strain performance for two successive generation. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 865-867, 1971.
- 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. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 40.).
- 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.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRYZANOWSKI, F. C.; SILVA, W. R. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

FRANÇA-NETO, J. B. et al. Tecnologia de produção de sementes. In: DOURADO-NETO, D.; LOPES, P. P. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

GAUDÊNCIO, C. A. A. et al. **População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa, CNPSo, 1990. 4 p. (Comunicado técnico, 47).

GRABE, D. F. Significance of seedling vigor in corn. **Proceedings of Tweny-first Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference**, Washington, DC, n. 21, p. 39-44, 1966.

HÖFS, A. et al. 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**, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 55-62, 2004.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, 1995. 117 p.

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

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LARSEN, S. U. et al. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, n. 4, p. 627-641, 1998.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994. v. 2, 168 p.

LUESCHEN, W. E.; HICKS, D. R. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 3, p. 390-393, 1977.

MACHADO, R. F. **Desempenho da aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

- MAEDA, J. A. et al. Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 5, p. 515-518, 1983.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCHIORI, L. F. S. et al. Características agronômicas de três cultivares de soja semeados em cinco densidades de plantas na época normal e safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 387.
- MARCHIORI, L. F. S. et al. Desempenho vegetativo de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 383-390, 1999.
- MARCOS-FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 63-75, 2001.
- MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 180 p.
- MARTINS, M. C. et al. Rendimento de três cultivares de soja semeada em cinco densidades de plantas nas épocas normal e tardia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 388.
- NAFZIGER, E. D.; CARTER, P. R.; GRAHAM, E. E. Response of corn to uneven emergence. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 811-815, 1991.
- 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.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Efeito da densidade de plantas sobre o comportamento de dois cultivares de soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 277-290, 1986.

- 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**, Brasília, DF, v. 7, n. 2, p. 47-62, 1985.
- PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.
- PANOZZO, L. E. et al. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 16, n. 1, p. 32-41, 2009.
- PEIXOTO, C. P. et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja II: características agronômicas e rendimentos de grãos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 378.
- PINTHUS, M. J.; KIMEL, U. Speed of germination as a criterion of seed vigor in soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 19, p. 219-292, 1979.
- PIRES, J. L. F. et al. Efeito da redução no espaçamento entre linhas da soja sobre o rendimento de grãos e seus componentes em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 383.
- POLLOCK, B. M.; ROSS, E. E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v. 1, p. 313-387.
- POPINIGIS, F. **Effects of the physiological quality of seed on field performance of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) as affected by population density**. 1973. 85 p. Thesis (PhD in Agronomy)-Mississippi State University, Mississippi, 1973.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de semente**. 2. ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- PUTEH, A. B.; SULEIMAN, I.; CHIN, H. F. Effects of initial seed quality on yield, yield components and quality of harvested seeds of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). In: ISTA CONGRESS SEED SYMPOSIUM, 24., 1995, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen: ISTA, 1995. p. 47.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n. 100, 1997. 285 p.



ROSSETO, C. Q. V. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, na qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 97-105, 1997.

SCHEEREN, B. **Vigor de sementes de soja e produtividade**. 2002. 45 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

SCHUCH, L. O. B. et al. Emergência a campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000.

SCHUCH, L. O. B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)**. Pelotas, 1999. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.

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

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

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

TORRIE, J. H. Comparison of different generations of soybean crosses grown in bulk. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, p. 265-267, 1968.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002.

VANZOLINI, S. **Relações entre o vigor e testes de vigor com o desempenho das sementes e das plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em campo**. 2002. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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

VAZQUEZ, G. H. **Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja**. 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p.1-26.

VILLIERS, T. A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: Pennsylvania State University Press, 1973. p. 265-288.