

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Ajuste metodológico do teste de comprimento de plântulas para avaliação de
vigor de sementes de soja e milho**

Michele Renata Revers Meneguzzo

Pelotas, 2019

Michele Renata Revers Meneguzzo

Engenheira Agrônoma

**Ajuste metodológico do teste de comprimento de plântulas para avaliação de
vigor de sementes de soja e milho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador:

Dr. Géri Eduardo Menghello (FAEM/UFPEL)

Co-Orientador:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela (FAEM/UFPEL)

Pelotas, 2019

Rio Grande do Sul - Brasil

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M541a Meneguzzo, Michele Renata Revers

Ajuste metodológico do teste de comprimento de plântulas para avaliação de vigor de sementes de soja e milho / Michele Renata Revers Meneguzzo; Géri Eduardo Meneghello, orientador; Francisco Amaral Villela, coorientador. – Pelotas, 2019..

67 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Glycine max. 2. Zea mays. 3. Plântulas - Crescimento. 4. Plântulas - Tamanho. Menghello, Géri Eduardo, orient. II. Villela, Francisco Amaral, coorient. III. Villela, Francisco Amaral, coorient. IV. Título.

CDD: 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Michele Renata Revers Meneguzzo

Ajuste metodológico do teste de comprimento de plântulas para avaliação de vigor
de sementes de soja e milho

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em
Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes,
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 15/02/2019

Banca examinadora:

.....
Dr. Géri Eduardo Meneghello (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

.....
Prof.(a) Dr.(a) Gizele Ingrid Gadotti
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

.....
Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
Doutor em Agronomia – Universidade de São Paulo - USP

.....
Dr. Ivan Ricardo Carvalho
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel

Dedico...

Aos meus pais Idelmir e Marilene, minha irmã Débora e meu namorado Luis pelo amor, apoio incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ser minha fortaleza nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Idelmir e Marilene por não medirem esforços para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos, minha felicidade é ver vocês felizes. À minha irmã Débora, minha melhor amiga, obrigada por estar sempre presente em minha vida.

Ao meu namorado Luis por todo amor, carinho, paciência e quilômetros rodados. Um simples abraço teu já era suficiente para renovar minhas energias.

Ao meu orientador Dr. Géri Eduardo Meneghello pela valiosa orientação, paciência, conselhos, ensinamentos e amizade. Agradeço também por ser esta pessoa bondosa e com um gigantesco coração.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Francisco Amaral Vilella, pelos ensinamentos e dedicação.

As inúmeras amizades que fiz durante minha jornada por Pelotas em especial Ariele, Vanessa, Carla, Josiane, Fernanda, Scheila, Jerffeson, Romário, Diéli, Andréia, Elisa, Nander, Ruddy e a todos que torceram por mim e se alegraram com a conquista deste objetivo tão almejado.

Aos meus amigos Monica, Géssica, Paula, Jhenifer e Fernando por sempre estarem presentes em minha vida, mesmo a quilômetros de distância.

A minha colega de apartamento que se tornou uma irmã para mim, Simone, muito obrigada por tudo.

A todos os estagiários envolvidos no grupo de pesquisa, pelo auxílio durante a realização da pesquisa, pelo comprometimento e dedicação empregados nos trabalhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela oportunidade e a todo corpo docente por todo aprendizado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos vocês, meu muito obrigada!

Resumo

MENEGUZZO, Michele Renata Revers. **Ajuste metodológico do teste de comprimento de plântulas para avaliação de vigor de sementes de soja e milho.** 2019, 67f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

Este trabalho teve como objetivo ajustar a metodologia do teste de comprimento de plântula e avaliar o desempenho inicial de planta, para sementes de soja e milho, em função do nível de vigor e tamanho da semente. Para isso foram utilizadas sementes de soja da cultivar 5855 RSF IPRO (BMX ELITE) classificadas em dois tamanhos de peneira e dois níveis de vigor, e sementes de milho híbrido Fórmula Viptera classificadas em dois tamanhos de peneiras e três níveis de vigor. O capítulo I, teve como objetivo avaliar o efeito do tamanho das sementes e do nível de vigor, sobre o crescimento inicial das plântulas de soja e detectar o melhor momento para realizar a avaliação do comprimento de plântulas. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram avaliados germinação, primeira contagem de germinação, emergência em canteiro, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, raiz e total (avaliados de 12 em 12 horas), massa seca de parte aérea, raiz e total. Na avaliação do desempenho inicial de plântulas foi avaliado o comprimento de parte aérea, raiz e total, volume e massa seca de raiz aos 7, 11 e 14 dias após a semeadura. O capítulo II, teve como objetivo avaliar o desempenho fisiológico e o crescimento inicial de plântulas de milho, originadas de sementes com tamanhos e níveis de vigor distintos. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram avaliados germinação, primeira contagem de germinação, emergência em canteiro, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, raiz e total (avaliados de 12 em 12 horas), massa seca de parte aérea, raiz e total. Na avaliação do desempenho inicial de plântulas foi avaliado o comprimento de parte aérea, raiz e total, volume de raiz, massa seca de parte aérea e raiz aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura. Considerando os resultados obtidos é possível inferir que a classificação das sementes de soja por tamanho, exerce influência direta sobre a taxa de germinação e vigor das sementes, e consequentemente no comprimento de plântulas, onde sementes de alto vigor da peneira 6,50 mm, apresentaram maiores taxas de crescimento, em comparação às sementes de baixo vigor, da peneira 6,00 mm. O nível de vigor influencia a qualidade fisiológica das sementes de milho. O comprimento de raiz e o total de plântulas de milho sofrem interferência dos fatores níveis de vigor e tamanho de sementes atuando isoladamente. O melhor tempo para ser realizada a avaliação do comprimento de plântulas em sementes de milho é 96 horas e 120 horas em sementes de soja.

Palavras chave: *Glycine max*; *Zea mays*; crescimento; tamanho.

Abstract

MENEGUZZO, Michele Renata Revers. **Methodological adjustment of the seedling length test to evaluate the vigor of soybean and corn seeds.** 2019, 64f. Dissertation (Master Degree of Science) - Graduate Program in Science and Seed Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The objective of this work was to adjust the methodology of the seedling length test and to evaluate the initial plant performance for soybean and maize seeds, as a function of seed vigor and seed size. For this, soybean seeds of cultivar 5855 RSF IPRO (BMX ELITE) were classified in two sizes of sieve and two levels of vigor, and corn seeds Viptera formula hybrid classified in two sieve sizes and three levels of vigor. The objective of this chapter was to evaluate the effect of seed size and vigor level on the initial growth of soybean seedlings and to detect the best time to carry out the evaluation of seedling length. A completely randomized design with four replications was adopted. Germination, first germination count, emergence in bed, emergence speed index, emergence velocity, aerial part length, root and total (evaluated every 12 hours), aerial part, root and total dry mass were evaluated. In the evaluation of initial seedling performance, root, root and total length, root volume and dry mass were evaluated at 7, 11 and 14 days after sowing. Chapter II had as objective to evaluate the physiological performance and the initial growth of maize seedlings, originating from seeds with different sizes and levels of vigor. The design was completely randomized, with four replications. Germination, first germination count, emergence in bed, emergence speed index, emergence velocity, aerial part length, root and total (evaluated every 12 hours), aerial part, root and total dry mass were evaluated. In the evaluation of the initial seedling performance, root, root and root length, root volume, shoot dry weight and roots were evaluated at 7, 14 and 21 days after sowing. The results obtained can infer that the classification of soybean seeds by size exerts a direct influence on the germination and vigor of the seeds and, consequently, no seedlings length, where the seeds of high vigor of the 6.50 mm sieve, the growth rates, in relation to the seeds of low vigor, the sieve 6.00 mm. The level of vigor influences the physiological quality of corn seeds. Root length and total corn seedlings are prohibited at different levels of vigor and size of isolated seeds. The best time to perform a seedling size assessment on soybean seeds is 96 hours and 120 hours in soybean.

Keywords: *Glycine max*; *Zea mays*; growth; size.

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
2 CAPÍTULO I Comprimento de plântulas de soja influenciado pelo vigor e tamanho das sementes	13
2.1 Introdução	13
2.2 Material e métodos	14
2.3 Resultados e discussão	18
2.3 Conclusões	33
3 CAPÍTULO II Influência do nível de vigor e tamanho de sementes no comprimento de plântulas de milho	34
3.1 Introdução	34
3.2 Material e métodos	36
3.3 Resultados e discussão	39
3.4 Conclusões	51
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
Referências	53
Anexos	61

1 Introdução geral

A soja é o principal produto agrícola das exportações brasileiras e o maior responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos. Na safra 2017/18, o Brasil produziu 119,2 milhões de toneladas, em uma área de 35,1 milhões de hectares (CONAB, 2019). O estado do Rio Grande do Sul responde por 32% da produção de grãos de soja.

Por outro lado, o milho é o cereal e o grão mais produzido no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor, com produção, na safra 2017/18, estimada em cerca de 80 milhões de toneladas do grão, em uma área de aproximadamente 16 milhões de hectares, sendo a produtividade média 4.857 kg ha^{-1} (CONAB, 2019).

Segundo dados da CONAB (2019), a soja, milho, arroz e algodão devem permanecer como as principais culturas produzidas no país. Juntos os quatro produtos correspondem a 95% dos grãos que serão produzidos nesta safra (2018/19). A soja pode alcançar uma produção de 118,8 milhões de toneladas, enquanto o milho pode chegar à produção de até 91,2 milhões de toneladas, distribuídas entre primeira e segunda safras.

Devido às condições climáticas e geográficas, o Brasil é o país que pode melhor responder ao aumento da demanda mundial por alimentos (EMBRAPA SOJA, 2004). Para que ocorra de forma significativa, o acréscimo na produção de grãos de soja e milho, é necessário um incremento na área cultivada e/ou rendimento por área.

Em razão disto, a utilização de sementes de alto valor agregado, com qualidade genética, física, fisiológica e sanitária assume papel fundamental para obtenção de todo o potencial produtivo destas espécies. Sementes de alta qualidade envolvem uma série de características, dentre as quais estão os atributos fisiológicos, que são o vigor e a germinação (MARCOS FILHO, 2002).

O estabelecimento de plântulas normais no campo é dependente de vários fatores, dentre eles é preciso que as sementes apresentem um alto potencial fisiológico (germinação e vigor), e que apresentem como característica principal uma germinação rápida e uniforme, em função da velocidade da mobilização das reservas na fase da germinação e o desenvolvimento das plântulas mesmo em condições adversas do ambiente (OLSEN, 2016). Vários fatores podem influenciar na qualidade fisiológica das sementes, a exemplo das condições do ambiente, danificação

mecânica, pragas, deterioração e tamanho das sementes (PÁDUA et al., 2010; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; ZUCARELI et al., 2014).

Segundo Fessel et al. (2010) e Marcos Filho (2013), o principal objetivo da tecnologia de sementes têm sido a utilização de procedimentos eficientes para a produção, comercialização e utilização de lotes de sementes de alta qualidade. Esses conhecimentos permitem a obtenção de resultados confiáveis e reproduzíveis para detectar e solucionar problemas durante o processo produtivo.

Um procedimento eficiente é o teste de germinação, que é muito utilizado para o controle de qualidade em empresas produtoras de sementes (BRASIL, 2009). Esse teste é realizado em condições favoráveis, de modo que se obtenha elevado percentual de germinação em um menor intervalo de tempo, sendo utilizado como base para comparação do potencial fisiológico de sementes para fins de semeadura e comercialização (COIMBRA et al., 2007).

Os resultados do teste de germinação muitas vezes não correspondem aqueles obtidos no campo, pois pode ocorrer uma superestimativa da qualidade fisiológica das sementes, em termos de vigor, uma vez que este teste é realizado em condições adequadas (favoráveis), surgindo então, o conceito de vigor de sementes (HAESBAERT et al., 2017).

O conceito de vigor tem sido bastante difundido pelo setor produtivo. A Associação Oficial dos Analistas de Sementes dos Estados Unidos (AOSA, 1983) publicou uma definição do conceito de vigor como sendo todas aquelas propriedades das sementes que determinam seu desempenho, para emergência rápida e uniforme, bem como, o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla variação de condições de ambientais.

Por outro lado, segundo o Comitê de Vigor da Associação Internacional de Analista de Sementes (ISTA), o vigor de sementes é a soma de todas as propriedades da semente as quais determinam o nível de atividade e o desempenho da semente, durante a germinação e a emergência de plântulas. As sementes classificadas como vigorosas apresentam um bom desempenho, e as de baixo desempenho são classificadas como de baixo vigor (ISTA, 1981).

O vigor das sementes exerce efeitos diretos no crescimento inicial de plantas, o que reflete na habilidade competitiva da cultura com plantas daninhas, as quais têm menor crescimento. Além disso, quando em competição maximizada por recursos, o

vigor das sementes influencia diretamente na produtividade (DIAS; MONDO; CÍCERO, 2010).

Os testes de vigor são uma ferramenta cada vez de uso mais rotineiro pelas indústrias de sementes, a fim de determinar a qualidade fisiológica das mesmas (MARCOS FILHO, 1999). Os testes de vigor baseados no desempenho das plântulas, podem ser classificados como testes fisiológicos (MCDONALD JR., 1975), cuja manifestação é dependente do vigor (VANZOLINI et al., 2007).

Os testes de vigor, possibilitam elencar lotes com diferentes níveis de vigor, assim como identificar as diferenças associadas ao desempenho de lotes de sementes durante o armazenamento ou após a semeadura, visando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande de plantas sob a variação das condições ambientais (MARCOS FILHO et al., 2009).

Buscando reduzir riscos e os custos, a avaliação do potencial fisiológico de sementes em laboratório, de empresas produtoras, é importante para a rápida estimativa da qualidade, buscando o controle de qualidade e a adoção de estratégias comerciais (BARBIERI et al., 2012). Contudo, com fins de pesquisa, a realização de avaliações adicionais, visando a caracterização do crescimento inicial das plantas em laboratório e em campo, é uma importante ferramenta para avaliar a inferência do vigor e do tamanho das sementes, sobre a expressão do seu potencial fisiológico em condições de lavoura.

Os testes baseados no desempenho de plântulas foram desenvolvidos a fim de avaliar a eficiência de mecanismos de reparo, atuando nas fases I e II da embebição, momento que ocorre maior consumo de energia para essas atividades de reparo, há prejuízo à porcentagem e velocidade de germinação e ao desenvolvimento de plântulas. Sendo assim, sementes mais vigorosas originam plântulas mais desenvolvidas, refletindo a eficiência da ação de mecanismos de reparo, mobilização de reservas e síntese de novos tecidos durante a germinação (MARCOS FILHO, 2015).

A análise de crescimento se destaca como método preciso, rápido e acessível relativamente simples, de baixo custo, não exigem equipamentos especiais nem treinamento profundo. Possibilita o estudo do desempenho da plântula em diferentes condições de ambiente e sob práticas de manejo, sendo possível a avaliação da contribuição dos diferentes processos fisiológicos sobre o desempenho vegetal (RADFORD, 1967; LOPES & LIMA, 2015). Pode ser utilizada na investigação do efeito

de fenômenos ecológicos sobre o crescimento vegetal, assim como da qualidade das sementes no crescimento inicial de soja (AISENBERG et al., 2014) e feijão (FACIN et al., 2014).

O crescimento é definido como o aumento em algum atributo físico, a exemplo da massa seca, da altura e da área foliar (LOPES & LIMA, 2015). Inicialmente, em plantas de lavoura, a energia para a retomada do crescimento é proveniente das reservas disponíveis nas sementes, contudo, com a formação das folhas, a produção de energia ocorre a partir do processo fotossintético, no qual, a energia luminosa é convertida em energia química, ocorrendo a fixação do CO₂ atmosférico em compostos carbonados (KERBAUY, 2012).

Sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, devido a apresentarem maior capacidade de transformação e de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987). Campos cultivados com sementes de soja de alto vigor, consequentemente apresentaram melhores índices produtivos (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005).

Machado (2002) verificou que a redução na qualidade fisiológica das sementes de aveia branca, provocou reduções e causou desuniformidade da emergência em campo. Vanzolini e Carvalho (2002) verificaram que as sementes de soja mais vigorosas produziram plântulas com maior comprimento de raiz primária e total de plântulas.

Em arroz, Schuch et al. (2001) concluíram que, de maneira geral, as sementes de maior qualidade fisiológica transferiram maior quantidade de matéria seca para os tecidos em desenvolvimento e produziram maior comprimento total que as sementes de menor qualidade fisiológica. A garantia para uma boa produção é o uso de lotes de sementes de alto vigor, pois garante maior velocidade e percentagem de germinação, influenciando no estande e no arranjo espacial das culturas (ELLIS, 1992). O uso de sementes de arroz de baixo vigor pode ocasionar baixo estande de plantas, bem como desuniformidade, má distribuição e desenvolvimento das plantas, podendo assim reduzir o rendimento econômico (MELO, 2005).

Um dos fatores que pode ter influência no vigor das sementes é o seu tamanho. Diante disto, a padronização de sementes pelo tamanho, é uma das etapas do beneficiamento com objetivo de obter sementes de tamanhos uniformes para melhorar a precisão na semeadura, diminuição de sementes por área e populações de plantas

mais uniformes (FONSECA, 2007). A padronização se tornou uma prática adotada no Brasil e principalmente na região Centro-Oeste, sendo que os produtores têm preferência por sementes menores por obter maior economia com transporte, tratamento de sementes e aquisição das mesmas (LIMA; CARMONA, 1999, KRZYZANOWSKI et al., 1999).

A maioria das pesquisas apontam que sementes grandes apresentam velocidade de germinação superior as sementes pequenas, em razão de conter maior reserva, as plantas tem maior massa e são mais vigorosas, apresentando alta emergência em maiores profundidades (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo Panozzo et al. (2009) plântulas de soja provenientes de sementes de alto vigor emergem mais rapidamente, iniciam o processo fotossintético mais cedo, favorecendo o crescimento da parte aérea e do sistema radicular.

Vários estudos demonstram que sementes de soja de maior tamanho apresentam qualidade fisiológica maior, comparativamente às de menor tamanho (CAMOZZATO, 2007, ÁVILA et al., 2008, PÁDUA et al., 2010, PICCININ et al., 2012), porém há muitas divergências entre os resultados (FONSECA, 2007, VINHAL-FREITAS, et al., 2011).

As diferenças de vigor entre as plântulas e tamanho de sementes são bastante visíveis, porém há necessidade de valores numéricos para separar as vigorosas das que não são. Para tanto, diversos testes são realizados, dentre eles a determinação do comprimento médio das plântulas normais ou das partes destas (NAKAGAWA, 1999).

Segundo os procedimentos descritos por Nakagawa (1999) adaptado de AOSA (1983) a avaliação do teste de comprimento de plântula é realizada em conjunto ao teste de germinação, ou seja aos oito dias para soja, e aos sete dias para o milho. Por ser um teste simples e prático se faz necessário um aperfeiçoamento, no sentido de identificar o melhor momento para realizar a avaliação do comprimento de plântulas, com o intuito de verificar se o tempo de avaliação pode ser reduzido.

Diante do exposto o trabalho tem como objetivo ajustar a metodologia do teste de comprimento de plântula e avaliar o desempenho inicial de planta, para sementes de soja e milho, em função do nível de vigor e tamanho das sementes.

2 CAPÍTULO I

Comprimento de plântulas de soja influenciado pelo vigor e tamanho das sementes

2.1 Introdução

O agronegócio da soja é considerado o carro-chefe da agricultura de grande escala no Brasil, sendo o principal produto agrícola das exportações brasileiras e o maior responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos (ESPÍNDOLA & CUNHA, 2015).

O crescimento da produção de soja no Brasil, está diretamente ligado ao aumento da demanda do grão (CARVALHO, 2013). É uma cultura amplamente utilizada como matéria prima na fabricação de rações para alimentação de animais, produção de óleo e biocombustíveis. O grão apresenta alto teor de proteínas (40%) de excelente qualidade, e considerável teor de óleo (20%) (LAZZAROTTO; KIRAKURI, 2010).

Um dos fatores responsáveis por altas produtividades para a cultura da soja é a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica, o que combinado com o manejo da lavoura e a genética utilizada, possibilita maior estande e melhor estabelecimento das plantas na lavoura (ESPÍNDOLA & CUNHA, 2015).

Sementes vigorosas, supostamente, originam plântulas com maior taxa de crescimento, devido a apresentarem maior capacidade de transformação e de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987). Campos cultivados com sementes de soja de maior vigor, conseqüentemente apresentaram melhores índices produtivos (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005; BAGATELI, 2015).

Por meio de testes de vigor, é possível identificar as diferenças associadas ao desempenho de lotes de sementes durante o armazenamento ou após a semeadura, visando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande de plantas sob a variação das condições ambientais (MARCOS FILHO, 2009).

Dentre as várias formas utilizadas para realizar a avaliação do vigor de sementes, existem os testes baseados no desempenho de plântulas, onde é avaliado o comprimento e/ou massa seca das mesmas. No entanto, o crescimento e desenvolvimento destas é diferenciado dependendo do nível de vigor do lote. Conhecer a curva de crescimento das plântulas em razão destas diferenças é fundamental para que a avaliação seja realizada em um momento em que realmente se manifestem as eventuais diferenças de vigor.

A qualidade e a precisão de semeadura são resultados da padronização de sementes, que consequentemente resultam e facilitam a obtenção de uma população de plantas desejadas. Apesar de se reconhecer a importância da padronização de sementes para realizar uma semeadura mais adequada, ainda existem dúvidas sobre quais são os tamanhos de sementes que potencializam o seu rendimento.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o tamanho das sementes não tem influência sobre a germinação, mas pode afetar o vigor da plântula resultante, sendo que as sementes de maior tamanho originam plântulas mais vigorosas e em condições variáveis de campo, podem resultar em estandes superiores.

O teste de comprimento de plântulas ou de suas partes tem sido considerado eficiente para detectar diferenças no potencial fisiológico de sementes de várias espécies (NAKAGAWA, 1999). Ao mesmo tempo, além dessa sensibilidade, seus resultados podem apresentar estreita relação com a emergência de plântulas em campo (KRZYZANOWSKI, 1991; VANZOLINI et al., 2007).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do nível de vigor e do tamanho das sementes, sobre o comprimento inicial das plântulas de soja e detectar o melhor momento para realizar a avaliação do mesmo.

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS), no Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel, em Pelotas/RS. Utilizaram-se sementes de soja da cultivar 5855 RSF IPRO (BMX ELITE) classificadas em dois tamanhos: peneira 6,00 e 6,50 mm, mediante o emprego de peneiras de crivos circulares.

As sementes foram estratificadas em dois sub lotes, denominados de alto e baixo vigor. Para reduzir o vigor das sementes, as mesmas foram expostas a uma

temperatura de 41°C e umidade relativa próximo a 100% por 48 horas, posteriormente, permaneceram por mais 12 horas expostas somente a alta temperatura e circulação de ar, retirando-se a fonte de umidade para que a umidade voltasse ao nível inicial (lote de alto vigor). Estes tempos foram determinados em razão de pré-testes com diversos tempos de exposição ao estresse.

Para caracterização da qualidade inicial das sementes, para cada nível de vigor e tamanho de sementes, foram conduzidas diversas avaliações, a saber:

Teste de germinação: conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, tendo como substrato três folhas de papel da marca Germitest, umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram mantidas em câmara de germinação com temperatura de 25°C. As plântulas consideradas normais foram avaliadas em um período de oito dias após a semeadura, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: foi realizado juntamente com o teste de germinação, computando-se a percentagem de plântulas normais presentes no quinto dia após a instalação do teste. Esta determinação baseia-se no princípio de que as amostras que apresentarem maior percentagem de plântulas normais, na primeira contagem do teste de germinação, estabelecidas pela RAS (BRASIL, 2009), são as mais vigorosas.

Emergência em canteiro: foram utilizadas 400 sementes, divididas em quatro repetições de 100 sementes, semeadas no solo do tipo Planossolo, na profundidade de 3cm. A contagem das plântulas emergidas foi realizada aos 21 dias após a semeadura.

Massa seca da plântula na emergência: ao final do teste de emergência, foi coletada a parte aérea de dez plântulas e levadas a estufa a 65°C, por 72 horas. Após foi realizada a pesagem das plântulas em balança analítica de precisão de 0,001g, e os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula.

Índice de velocidade de emergência: é baseado no princípio de que os lotes de sementes que possuem a maior velocidade de emergência, possuem a capacidade de serem mais vigorosos. Então o teste foi conduzido conjuntamente com o teste de emergência em canteiro por contagens diárias sempre no mesmo horário até obter número constante de plântulas emergidas. O fórmula utilizada foi a proposta por Popinigis (1977), sendo:

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Em que: IVE - índice de velocidade de emergência; E - número de plântulas computadas nas contagens; N- número de dias da semeadura à 1ª, 2ª ... enésima avaliação.

Para caracterização do teste de comprimento de plântula e desenvolvimento inicial de plântulas, para cada nível de vigor e tamanho de sementes, foram conduzidos as seguintes avaliações:

Teste de comprimento de raiz, parte aérea e total de plântulas: foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes, colocadas para germinar nas mesmas condições do teste de germinação. As sementes foram distribuídas no sentido longitudinal do papel germitest com a micrópila voltada para a parte inferior do papel (Anexo A). Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e posicionados verticalmente no germinador regulado à temperatura de 25°C. Para a avaliação, foram avaliadas 4 repetições de 10 plântulas para cada tratamento, escolhidas de forma aleatória, a partir de 36 horas após a semeadura, com intervalo de 12 em 12 horas. A avaliação do comprimento de plântulas foi realizada com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. As avaliações foram realizadas até 204 horas após a semeadura. Cada plântula foi individualizada na avaliação, afim de se permitir observar a efetiva curva de crescimento. Os resultados médios foram expressos em centímetros por plântula, para cada tratamento.

Matéria seca das plântulas: após a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz, as plântulas de cada repetição, após a retirada dos cotilédones, foram separadas em parte aérea e raiz e em seguida foram mantidas na estufa a 65°C, por 72 horas. Após foi realizada a pesagem das dez plântulas em balança analítica de precisão de 0,001g, e os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula.

Desempenho inicial de plântulas: as sementes foram semeadas com profundidade de 3cm, em tubos de PVC com 100mm de diâmetro e com 0,20m de altura, utilizando-se como substrato uma mistura de areia e terra na proporção 2:1. Aos 7, 11 e 14 dias foram coletadas quatro repetições de seis plântulas para cada nível de vigor e tamanho de semente. Após a retirada das plântulas dos tubos, as raízes foram lavadas, para retirar o substrato presente. Com o auxílio de uma regra graduada em centímetros, foi avaliado o comprimento de parte aérea, raiz e total das

plântulas. Seguindo o método proposto por Basso (1999), foi utilizada uma proveta graduada, na qual foram determinados os volumes de água, com raízes e sem raízes e, por diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades ($1\text{mL} = 1\text{ cm}^3$). As raízes foram em seguida transportadas para estufa a 65°C por 72 horas. Após foi realizada a pesagem em balança analítica de precisão de 0,001g, e os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema bifatorial 2×2 , correspondendo a dois níveis de vigor e dois tamanhos de sementes, respectivamente, com quatro repetições para as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de emergência, emergência, massa seca da plântula na emergência – parte aérea, velocidade de emergência, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total. Para a avaliação do desempenho inicial de plantas de soja, o delineamento foi o mesmo com quatro repetições, para as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, comprimento total, volume de raiz e massa seca de raiz aos 7,11 e 14 dias após a semeadura.

Na avaliação dos comprimentos de parte aérea, de raiz e total, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 15$, onde os tratamentos correspondem a dois níveis de vigor, dois tamanhos de sementes e quinze tempos de avaliações, com quatro repetições, onde cada uma era composta por 10 plântulas de soja.

Após a tabulação dos dados, as médias foram submetidas ao teste de normalidade, havendo necessidade foram feitas as devidas transformações. Posteriormente, foram submetidas à análise de variância, seguido de comparações de médias pelo teste e Tukey em nível de probabilidade de 5%, cada um dos parâmetros avaliados, incluindo comprimento de plântula (parte aérea, raiz e total) realizado em cada período.

Por meio das equações de regressões para as variáveis comprimento de parte aérea, raiz e total, foi possível estimar as taxas de crescimento em um determinado período de tempo. Foram substituídos os valores de x pelos tempos de avaliações, gerando assim o valor das variáveis naquele tempo de avaliação. A partir destes dados foi calculado o valor das taxas de crescimento em um intervalo de 12 em 12 horas.

2.3 Resultados e discussão

O resumo da análise de variância dos resultados indicou efeito significativo em níveis de vigor (Tabela 1) para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVE), emergência em canteiro (EC), e massa seca de raiz (MSR). Para a variável massa seca de raiz, ocorreu efeito significativo para peneiras. Ocorreu interação significativa, entre níveis de vigor x peneiras para massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em canteiro (E), massa seca da plântula na emergência – parte aérea (MSEPA), velocidade de emergência (VE) massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função dos níveis de vigor e de peneiras

ANOVA						
Fator de variação	GL	Quadrados médios				
		PCG	G	IVE	EC	MSEPA
Peneiras (P)	1	1,00	10,56	0,28	45,56	1513,21
Níveis de Vigor (V)	1	380,25*	105,06*	6,37*	715,56*	1,E-07
P x V	1	2,25	5,06	0,23	10,56	295,84
Resíduo	12	9,79	4,48	0,64	129,02	576,05
CV (%)		3,58	2,22	19,5	19,73	11,87

Fator de Variação	GL	VE	MSPA	MSR	MST
Peneiras (P)	1	0,90	38,75*	18,27*	109,20*
Níveis de Vigor (V)	1	1,10	61,23*	5,40*	29,70
P x V	1	0,56	43,89*	0,18	48,30*
Resíduo	12	0,37	7,97	0,90	8,68
CV (%)		7,86	10,69	8,25	7,78

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Os resultados apresentados na tabela 2, mostram que sementes de alto vigor apresentaram maior qualidade fisiológica, em virtude que, exibiram maiores valores para, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e emergência em canteiro. Não ocorreu diferença significativa entre os níveis de vigor para a germinação. O tamanho e o formato das sementes, de maneira geral, não devem afetar a germinação, contudo, segundo Carvalho & Nakagawa (2012) podem afetar o vigor das sementes.

Em relação a massa seca de raiz, as sementes de baixo vigor apresentaram maior média que as sementes de alto vigor, diferindo dos resultados obtidos por

Schuch et al. (2000), ao verificarem que diferenças no vigor das sementes de aveia preta causaram diferenças na produção de matéria seca, durante todo o período vegetativo, tendo as plantas oriundas de sementes de alto vigor apresentado produção de matéria seca até 31% superior às oriundas de sementes de baixo vigor.

Plântulas com maior índice de velocidade de emergência possuem maior desempenho, o que em compensação, maior resistência a estresses por fatores abióticos e bióticos e consequentemente interferir no crescimento e desenvolvimento da planta (JUVINO et al., 2014).

Sementes de alto vigor apresentaram maior índice de velocidade de germinação, enquanto que as sementes de baixo vigor apresentaram valor significativamente menor. O menor índice de velocidade de emergência de plântulas em sementes de baixo vigor, ocorreu pois a semente durante o processo de germinação, realiza a restauração das organelas e tecidos danificados, o que ampliou o período de tempo total para que ocorresse a emergência (VILLIERS, 1973).

Tabela 2. Comparação de médias para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em canteiro (EC), massa seca de raiz (MSR), em função dos dois níveis de vigor

Níveis de Vigor	PCG (%)	G (%)	IVE	EC (%)	MSR (mg pl ⁻¹)
Alto	92 a	98 a	4,72 a	64,25 a	10,90 b
Baixo	82 b	94 a	3,46 b	50,87 b	12,06 a
CV (%)	3,58	2,22	19,5	19,73	8,25

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

As sementes de maior tamanho apresentaram diferença nos níveis de vigor testados (Tabela 3), apresentando maior massa seca de parte aérea e massa seca total para o nível de vigor alto.

Ao comparar os tamanhos de peneiras das sementes de soja, foi possível diagnosticar que no nível de vigor alto, as peneiras se diferenciaram entre si, o que não ocorreu no nível de vigor baixo para ambas as variáveis avaliadas. Outros trabalhos também relatam o efeito do vigor de sementes sobre a produção de matéria seca e área foliar (SCHUCH, 1999a; MACHADO, 2002; HÖFS, 2003).

Sementes de alto vigor, oriundas da peneira 6,50mm, apresentaram superioridade para massa seca de comprimento de parte aérea e massa seca de comprimento total, comparativamente às sementes de baixo vigor. Entretanto para a peneira 6,00mm não ocorreu distinção entre os níveis de vigor.

Tabela 3. Interação significativa entre níveis de vigor e peneiras para massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST)

Nível de Vigor	MSPA (mg pl ⁻¹)		MST (mg pl ⁻¹)	
	Peneiras (mm)			
	6,50	6,00	6,50	6,00
Alto	31,57 aA	25,15 aB	43,57 aA	34,87 aB
Baixo	24,35 bA	24,55 aA	37,37 bA	35,62 aA
CV (%)	10,69		7,78	

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

As plântulas oriundas de sementes de maior tamanho apresentaram maior massa seca de raiz (Tabela 4), diferindo das sementes de menor tamanho. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), as sementes de maior tamanho apresentam embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente as mais vigorosas, o que aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula.

Tabela 4. Comparação de médias para a variável massa seca de raiz (MSR), em função das peneiras (6,00 e 6,50 mm)

Peneiras (mm)	MSR (mg pl ⁻¹)
6,50	12,55 a
6,00	10,41 b
CV (%)	8,25

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Ocorreu interação significativa entre tamanho de peneiras, níveis de vigor e tempos das avaliações para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) (Tabela 5), evidenciando comportamento diferenciado das variáveis em função dos fatores.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) de plântulas relacionados aos níveis de vigor, peneiras e tempos das avaliações

Fator de variação	GL	Quadrados médios		
		CPA	CR	CT
Peneiras (P)	1	26,215*	62,832*	170,151*
Níveis de Vigor (V)	1	144,863*	223,687*	728,504*
P x V	1	40,953*	226,709*	460,429*
Tempos de avaliações (T)	14	328,641*	438,369*	1499,414*
P x T	14	0,642	0,781	2,813
V x T	14	4,280*	3,355	11,819*
P x V x T	14	3,321*	11,774*	27,104*
Resíduo	180	0,804	2,068	5,223
CV (%)		15,78	15,20	15,09

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Para a variável CPA, os tamanhos de peneiras diferiram entre si a partir das 132 horas após a semeadura, para o nível de vigor baixo (Tabela 6). Para o nível de vigor alto, a diferença ocorreu após 204 horas. No nível de vigor alto, as sementes oriundas da peneira 6,50mm apresentaram maior média de CPA se comparadas com as sementes da peneira 6,00mm após 144 horas. Entretanto, para sementes de baixo vigor, a peneira 6,00mm apresentou maior CPA do início ao fim das avaliações.

Ao comparar dentro dos níveis de vigor, as peneiras 6,50 e 6,00mm, se diferenciaram quanto ao CPA, após decorridas 108 e 120 horas, respectivamente. Porém após transcorridas 168 horas, as sementes da peneira 6,00mm de alto vigor não diferiram mais das sementes de baixo vigor. Sementes de maior qualidade fisiológica geram plantas que apresentam um desempenho superior, em virtude da maior habilidade de transformação das reservas armazenadas nos cotilédones e incorporação pelo eixo embrionário, originando plantas com maior tamanho inicial e consequentemente maiores taxas de crescimento para a cultura (DAN et al., 1987; SCHUCH, 1999; KOLCHINSKI et al., 2005).

Referente à comparação dos tamanhos das peneiras dentro do nível de alto vigor para a variável CR, os mesmos diferiram entre si após 156 horas. Para o nível de vigor baixo, a diferença entre os tamanhos de peneira 6,50 e 6,00mm verificou-se em 108 horas.

Sementes de alto vigor com tamanho de peneira 6,00mm apresentaram CR superiores às sementes da peneira 6,50mm, até o tempo de 96 a 108 horas. Após este tempo de avaliação, as sementes maiores apresentaram maior média de CR. Após

transcorridas 84 horas de avaliação do CR, ocorreu a diferenciação entre os níveis de vigor dentro da peneira 6,50mm, apresentando maior média sementes de alto vigor. Após 180 horas, ocorreu a diferenciação entre os níveis de vigor para sementes da peneira 6,00mm. Fato semelhante foi relatado por Vanzolini & Carvalho (2002), ao verificaram que as sementes de soja mais vigorosas produziram maior comprimento da raiz primária e comprimento total das plântulas.

Para a variável CT, a diferenciação entre os tamanhos de peneiras, dentro do nível de vigor alto ocorreu no tempo de 168 horas, enquanto que para o nível de vigor baixo a mesma diferenciação ocorreu no tempo de 108 horas. Ao comparar os níveis de vigor para as peneiras os mesmos diferiram para a peneira 6,50mm no tempo de 96 horas e para a peneira 6,00mm no tempo de 204 horas.

Ao avaliar as variáveis CPA, CR e CT em sementes oriundas de tamanhos de peneiras 6,50 e 6,00mm, com baixo vigor foi possível verificar que as sementes da peneira menor apresentaram uma média de crescimento do início, ao final das avaliações, superior comparativamente às sementes de peneira maior (Anexos B,C e D).

Avaliando o nível de vigor alto para todas as variáveis do comprimento, depois de decorridas 144 horas, as sementes oriundas do tamanho de peneira 6,50mm apresentaram crescimento superior às oriundas da peneira 6,00mm, até o final do período de avaliação, para a variável CPA. Sementes pequenas possuem uma relação de superfície/volume maior do que as grandes, o que facilita a absorção de água para iniciar o processo de germinação, no entanto, apresentam menor quantidade de reservas (KOPPER et al., 2010).

Em todas as variáveis relacionadas ao comprimento de plântulas é possível observar que ocorre a diferenciação entre as sementes de alto e baixo vigor, para as sementes maiores, no tempo de 108 horas. Sendo este o melhor tempo para ser realizado a avaliação do comprimento de plântulas em sementes maiores. Porém em virtude do tempo de 108 horas ocorrer em horários extremos e ser de difícil avaliação por parte da logística um laboratório de sementes, o melhor tempo para se realizar a avaliação do comprimento de plântulas é de 120 horas após a semeadura.

Em sementes menores, a diferenciação entre os níveis de vigor ocorreu em tempos distintos para as variáveis do comprimento de plântulas. Para o comprimento de parte aérea a diferenciação ocorreu nas 120 horas, para comprimento de raiz em 180 horas e para comprimento total em 204 horas.

Tabela 6. Associação entre níveis de vigor, peneiras e tempos das avaliações para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) de plântulas

Tempos de avaliação (horas)	Níveis de vigor	CPA (cm pl ⁻¹)		CR (cm pl ⁻¹)		CT (cm pl ⁻¹)	
		Peneiras (mm)		Peneiras (mm)		Peneiras (mm)	
		6,50	6,00	6,50	6,00	6,50	6,00
36	Alto	0,0 aA	0,0 aA	1,1 aA	1,5 aA	1,1 aA	1,5 aA
	Baixo	0,0 aA	0,0 aA	0,8 aA	0,9 aA	0,8 aA	0,9 aA
48	Alto	0,6 aA	0,6 aA	1,2 aA	2,6 aA	2,9aA	3,2 aA
	Baixo	0,5 aA	0,5 aA	1,6 aA	1,8 aA	2,1 aA	2,4 aA
60	Alto	0,8 aA	0,9 aA	3,4 aA	3,9 aA	4,2 aA	4,9 aA
	Baixo	0,6 aA	0,6 aA	2,4 aA	2,8 aA	3,0 aA	3,5 aA
72	Alto	1,2 aA	1,6 aA	4,8 aA	5,3 aA	6,1 aA	6,9 aA
	Baixo	0,8 aA	1,0 aA	3,3 aA	4,0 aA	4,1 aA	5,1 aA
84	Alto	2,1 aA	2,6 aA	6,2 aA	6,6 aA	8,4 aA	9,2 aA
	Baixo	1,3 aA	1,8 aA	4,1 bA	5,2 aA	5,5 aA	7,1 aA
96	Alto	3,3 aA	3,7 aA	8,1 aA	8,4 aA	11,4 aA	12,1 aA
	Baixo	2,1 aA	2,8 aA	5,0 bA	6,8 aA	7,2 bA	9,6 aA
108	Alto	4,4 aA	4,8 aA	10,0 aA	9,8 aA	14,4 aA	14,7 aA
	Baixo	2,7 bA	3,6 aA	5,9 bB	8,4 aA	8,7 bB	12,0 aA
120	Alto	5,6 aA	6,0 aA	11,9 aA	11,3 aA	17,6 aA	17,4 aA
	Baixo	3,5 bA	4,7 bA	7,2 bB	10,2 aA	10,8 bB	14,9 aA
132	Alto	7,0 aA	7,1 aA	13,8 aA	12,8 aA	20,8 aA	20,0 aA
	Baixo	4,3 bB	5,8 bA	8,0 bB	11,9 aA	12,4 bB	17,8 aA
144	Alto	8,6 aA	8,5 aA	15,4 aA	13,8 aA	24,0 aA	22,4 aA
	Baixo	5,2 bB	7,2 bA	9,1 bB	13,7 aA	14,4 bB	21,0 aA
156	Alto	10,3 aA	9,9 aA	16,3 aA	14,3 aB	26,6 aA	24,3 aA
	Baixo	5,9 bB	8,6 bA	10,1 bB	15,2 aA	16,1 bB	23,8 aA
168	Alto	11,7 aA	10,9 aA	17,2 aA	14,5 aB	28,9 aA	25,5 aB
	Baixo	7,1 bB	10,1 aA	10,9 bB	16,3 aA	18,0 bB	26,5 aA
180	Alto	13,0 aA	11,8 aA	17,4 aA	14,7 aB	30,5 aA	26,6 aB
	Baixo	8,2 bB	11,4 aA	11,6 bB	17,1 bA	19,9 bB	28,5 aA
192	Alto	14,0 aA	12,8 aA	17,4 aA	14,7 aB	31,5 aA	27,5 aB
	Baixo	9,4 bB	12,5 aA	12,0 bB	17,4 bA	21,4 bB	29,9 aA
204	Alto	15,2 aA	13,8 aB	17,4 aA	14,7 aB	32,6 aA	28,6 aB
	Baixo	10,6 bB	13,6 aA	12,3 bB	17,5 bA	22,9 bB	31,0 bA
CV (%)		15,78		15,20		15,09	

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna compara níveis de vigor em cada tempo, e maiúscula na linha compara peneiras, para cada tempo de avaliação não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

As diferenças entre os comprimentos de plântulas com diferentes níveis de vigor e tamanhos de peneiras, avaliadas de 12 em 12 horas, podem ser observadas na figura 1. Para comprimento de parte aérea (A) todos os tratamentos se ajustaram

ao modelo quadrático. A partir do tempo de 96 horas, é possível visualizar uma diferença expressiva para as curvas das peneiras (6,50 e 6,00mm) entre os níveis de vigor alto e baixo. Sementes oriundas de lotes de alto vigor, indiferente do tamanho de semente testada, apresentaram maior comprimento de parte aérea, para todos os tempos de avaliação.

Sementes oriundas de lotes de alto vigor, indiferente dos tamanhos das peneiras testadas, assim como para o comprimento de parte aérea e comprimento de raiz, apresentaram crescimento inicial superior às sementes de baixo vigor. Este comportamento, provavelmente, pode ser explicado devido a maior velocidade nos processos metabólicos por sementes de alto vigor, propiciarem maior crescimento de plântulas com maior tamanho inicial (SCHUCH et al., 1999a).

O comportamento do comprimento de raiz (B) foi semelhante ao do comprimento da parte aérea, porém após decorridas 156 horas, as sementes de baixo vigor oriundas do tamanho de peneira 6,00mm, apresentaram valores superiores aos das sementes de alto vigor do mesmo tamanho de peneira. O comportamento das curvas, para as regressões dos tratamentos da peneira 6,50 e 6,00mm com nível de vigor alto, ajustaram-se ao modelo quadrático e para as peneiras com nível de vigor baixo a resposta foi linear.

Matthews et al. (2007, 2010) verificaram que a precocidade da protusão da raiz primária, está relacionada ao período e quantidade de energia que são consumidos para a reativação do metabolismo e atividade de mecanismos de reparo de membranas e retomada da síntese de DNA e de proteínas. Esse período e o consumo de energia são menores em sementes mais deterioradas ou menos vigorosas, expressando o atraso da germinação e a menor velocidade de crescimento.

Em relação ao comprimento total de plântulas (C) ao avaliar a influência do tamanho das peneiras sobre o crescimento das plântulas, dentro do nível de alto vigor, as plântulas da peneira 6,00mm, apresentaram crescimento superior às plântulas do tamanho de peneira 6,50mm até o tempo de 108 horas de avaliação. Após isso, o comportamento ocorreu de forma inversa. No último tempo de avaliação (204 horas), no nível de vigor alto, as sementes oriundas da peneira 6,50mm apresentaram 4,06 cm no comprimento total, a mais que as sementes da peneira 6,00mm.

Após decorridas 168 horas, o comprimento total de plântulas obtidas de sementes procedentes do tamanho de peneira 6,00mm e de baixo vigor apresentaram crescimento superior às sementes da mesma peneira, porém de alto vigor. Devido a

maior capacidade de transformação das reservas nos tecidos de armazenamento e maior incorporação das mesmas pelo eixo embrionário, as sementes mais vigorosas resultam em emergência mais rápida e uniforme (VANZOLINI & CARVALHO, 2002).

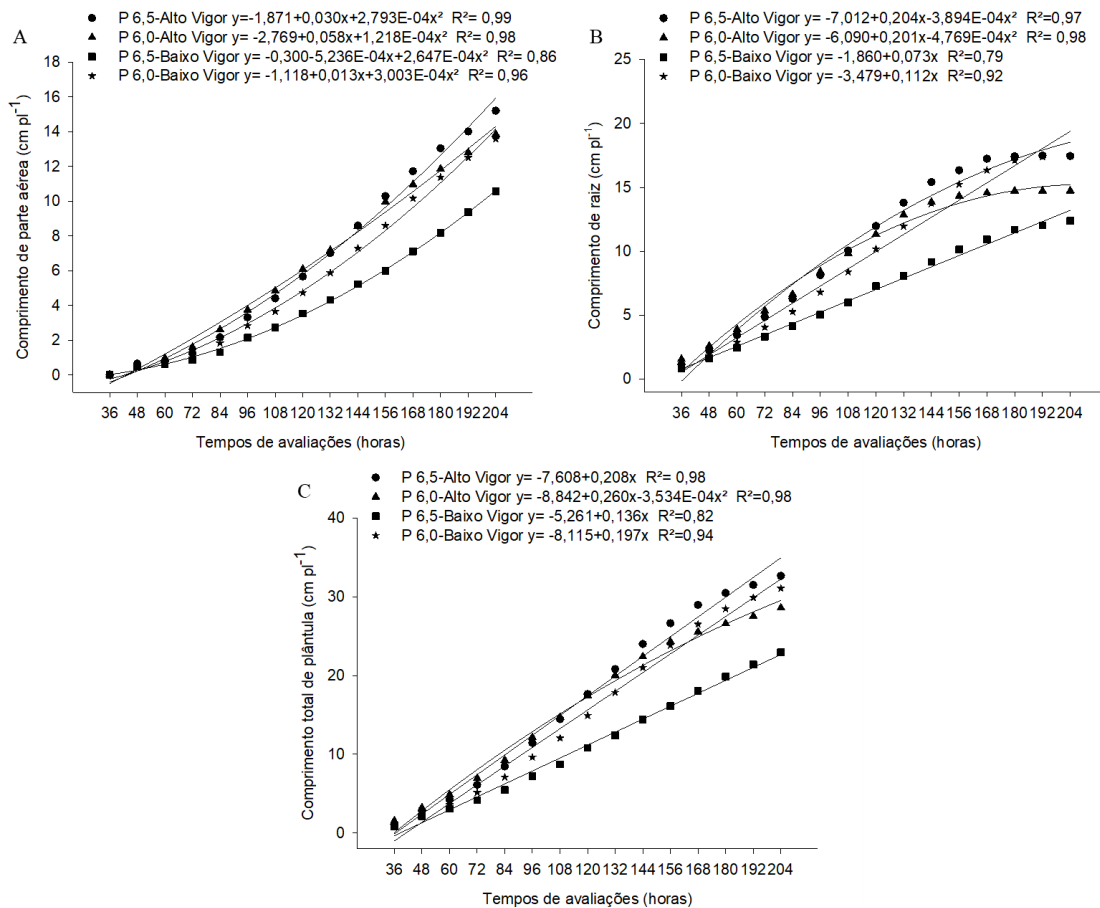


Figura 1. Curva de crescimento de plântulas para sementes de soja, em função das peneiras e dos níveis de vigor

Analisando o crescimento das plântulas em mm h^{-1} , no intervalo de 12 em 12 horas, sementes de alto vigor tendem a expressar melhor seu crescimento inicial em virtude da sua rápida ativação metabólica e degradação das reservas. Quando a reserva presente nos cotilédones chega ao fim, ocorre o início da redução do crescimento (mm h^{-1}), isso pode ser explicado também devido à falta do aporte nutricional exterior.

Trabalhando com aveia preta, SCHUCH et al., (1999b), observou que as plântulas provenientes das sementes com alto vigor apresentaram maior tamanho inicial, o que consequentemente, proporcionou maiores taxas de crescimento da cultura, produção de matéria seca e área foliar, ao longo do período inicial de crescimento.

No pico de utilização das reservas, a plântula inicialmente heterotrófica, dependente das reservas armazenadas pela planta mãe nos cotilédones, passa a ser uma planta autotrófica, dependendo assim do aporte nutricional das relações ambientais e o manejo adquirido, para a realização da fotossíntese e manutenção da taxa de crescimento (MARCOS FILHO, 2013). Como isto não é possível, já que a semente esta semeada em um substrato inerte (papel), ocorre a redução na taxa de crescimento com o passar do tempo, até sua estabilização.

O crescimento inicial precoce resulta em uma maior captura de luz pelas folhas, o que faz com que o índice máximo de área foliar seja atingido mais rapidamente. Além do mais, proporciona maior e mais rápido sombreamento da superfície do solo, e conseqüentemente, menor evaporação da água do solo, a qual pode ser aproveitada na transpiração e no crescimento das plantas. Aliado a isso, plantas com tamanho inicial e taxas de crescimento maiores possuem elevada capacidade competitiva, proporcionando o fechamento mais rápido dos espaços entre as linhas e favorecendo o controle das plantas daninhas (HENNING et al., 2010).

Plantas oriundas de sementes de baixo vigor demoram mais tempo para atingir o pico de crescimento, devido a sua reduzida capacidade de utilização das reservas presentes nos cotilédones, tendo sua taxa de crescimento reduzida ao longo do tempo. Desta forma, seu crescimento inicial é mais lento, levando mais tempo para o estabelecimento de uma planta. Além disso, a semente ficará mais tempo exposta a influência de fatores abióticos e bióticos do ambiente.

As sementes são seres vivos e não conseguem preservar indefinidamente as suas funções vitais, sofrendo uma série de alterações fisiológicas, físicas e bioquímicas. A intensidade e a velocidade do processo de deterioração dependem de fatores genéticos e também do ambiente, podendo ser desencadeada antes da maturidade fisiológica, influenciando negativamente na qualidade fisiológica de sementes, principalmente em termos de vigor, resultando na perda da germinação e culminando a morte da sementes. Condições estressantes durante as fases vegetativa e reprodutiva podem ocasionar, respectivamente, a formação de sementes menores e deformadas e com baixa qualidade fisiológica (MARCOS FILHO, 1999; CARDOSO et al., 2012; FRANÇA NETO et al., 2016).

No tamanho de peneira 6,50mm, as sementes de baixo vigor apresentam maior tamanho inicial de parte aérea e um crescimento contínuo com o passar do tempo de avaliação (Figura 2) o que é observado também para sementes de baixo vigor, porém

com uma taxa de crescimento médio de $0,34\text{mm h}^{-1}$, inferior que as sementes de alto vigor, durante todo o período de avaliação.

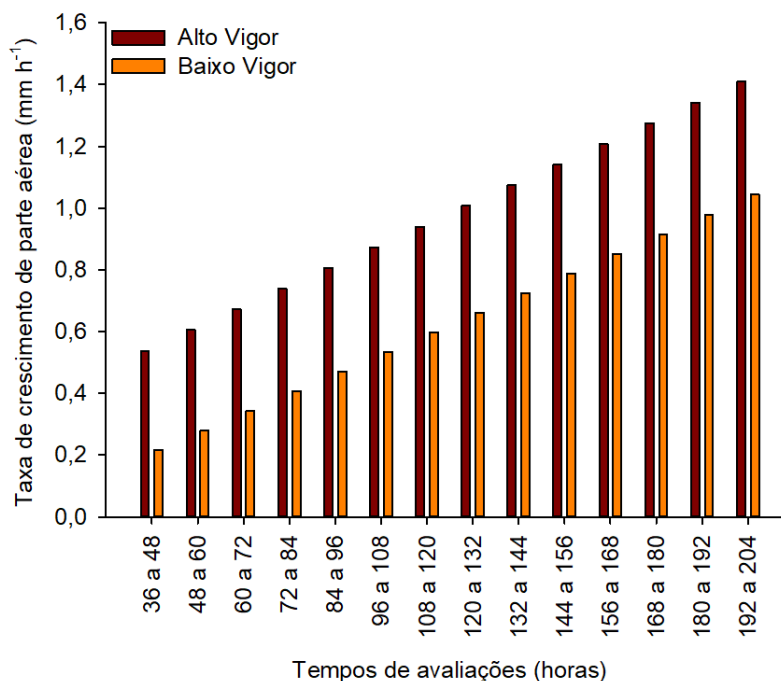


Figura 2. Taxa de crescimento da parte aérea de plântulas de soja em mm h^{-1} , oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, para o tamanho de peneira 6,50mm

Sementes de alto vigor, oriundas de tamanho de peneira 6,00mm, apresentam um crescimento de parte aérea inicial, superior às sementes de baixo vigor, porém após o intervalo de 132 a 144 horas de avaliação, as sementes de alto vigor reduzem sua taxa de crescimento, enquanto que as de baixo vigor aumentam sua taxa (Figura 3). A maior velocidade inicial é uma vantagem das sementes mais vigorosas frente àquelas que apresentam menor vigor.

Egli (1993) constatou que as plantas de soja emergidas mais cedo, tiveram vantagem competitiva sobre as plantas emergidas posteriormente, em posições alternadas na mesma fileira. A vantagem refletiu em maior rendimento de grãos por planta. Nesse sentido, Nafziger et al. (1991) constataram que o aumento na proporção de plantas de emergência antecipada na comunidade reduziu progressivamente o rendimento das plantas que emergiram mais tarde.

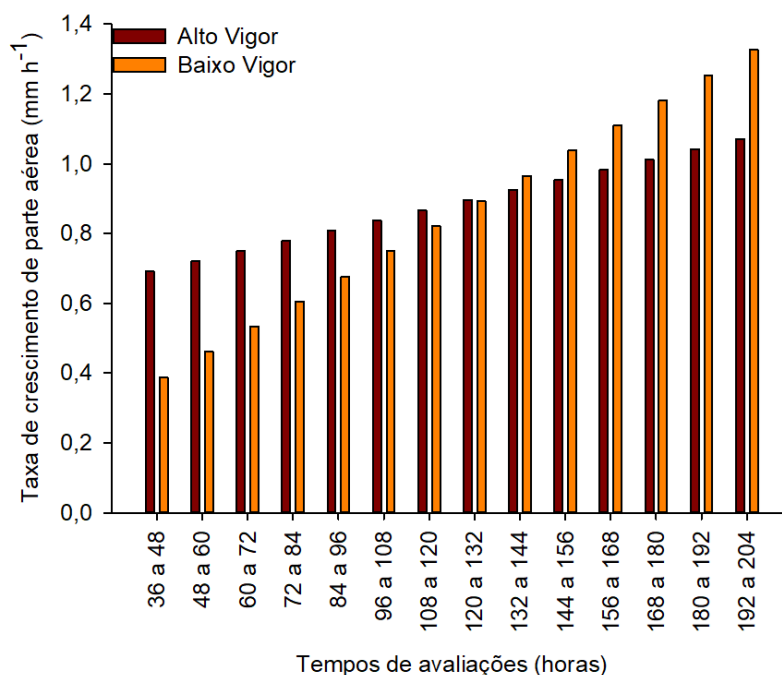


Figura 3. Taxa de crescimento da parte aérea de plântulas de soja em mm h⁻¹, oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, para o tamanho de peneira 6,00mm

O comportamento da tendência de crescimento, para sementes de baixo vigor, com tamanho de peneira 6,50mm, é linear, sendo assim a taxa de crescimento, ao passar dos tempos de avaliação apresentou o mesmo comprimento de raiz (Figura 4). Para sementes de alto vigor ocorre a redução na taxa de crescimento de raiz com o passar dos tempos de avaliação.

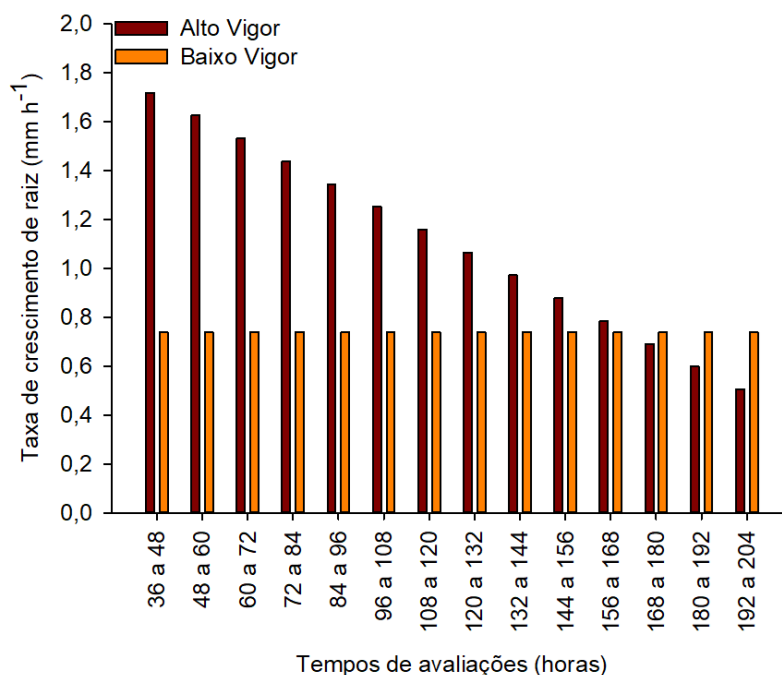


Figura 4. Taxa decrescimento da raiz de plântulas de soja em mm h⁻¹, oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, para o tamanho de peneira 6,50mm

O crescimento de raiz para sementes de alto vigor, com tamanho de peneira 6,00mm, apresentou comportamento semelhante às sementes com tamanho de peneira 6,50mm (Figura 5). Porém as sementes de alto vigor, no intervalo de 96 a 108 horas passaram a apresentar crescimento de raiz inferior a sementes de baixo vigor, o que pode explicar o resultado obtido para massa seca de raiz, onde sementes de baixo vigor apresentaram maior média quando comparadas a sementes de alto vigor.

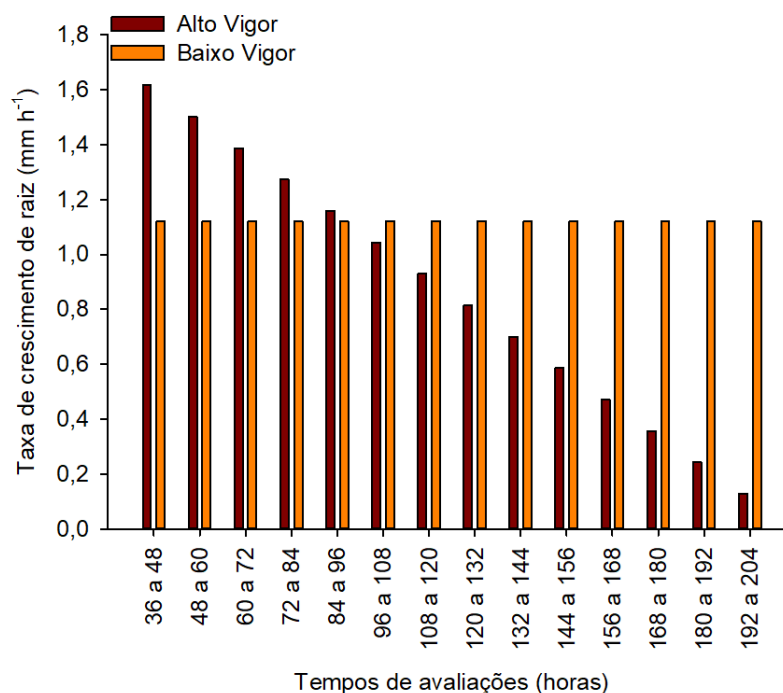


Figura 5. Taxa de crescimento da raiz de plântulas de soja em mm h⁻¹, oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, para o tamanho de peneira 6,00mm

Sementes de alto e baixo vigor, com tamanho de peneira 6,00mm, apresentaram comportamento semelhantes na avaliação do comprimento total de plântulas. (Figura 6). Ambos os níveis de vigor apresentaram comportamento linear, porém sementes de alto vigor apresentaram a taxa de crescimento total 0,71mm h⁻¹, superior às sementes de baixo vigor.

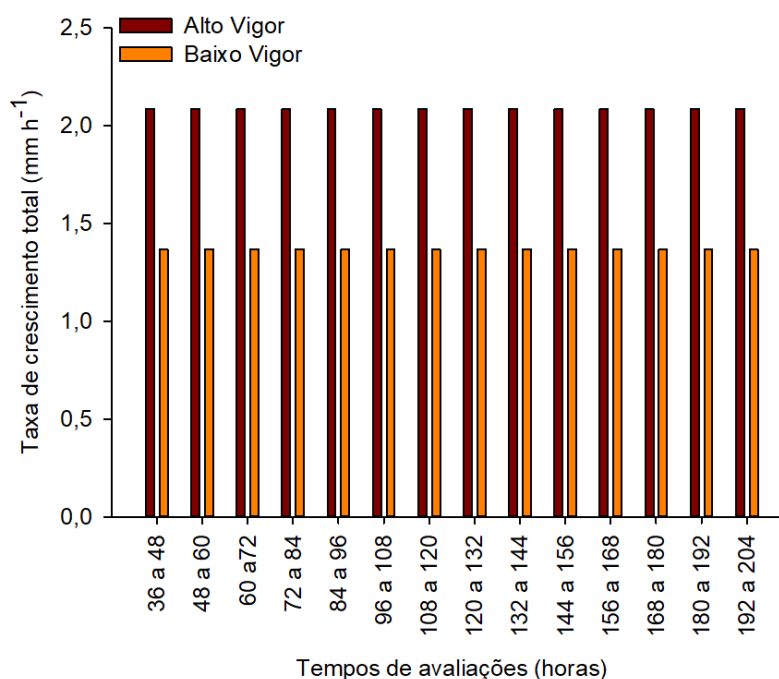


Figura 6. Taxa de crescimento total de plântulas de soja em mm h⁻¹, oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, para o tamanho de peneira 6,50mm

Plântulas oriundas de sementes de baixo vigor, da peneira 6,00mm apresentaram comportamento linear para comprimento total de plântula, com uma taxa de crescimento de 1,98mm h⁻¹, o que resulta em um crescimento de 0,024cm após 12 horas da semeadura. Enquanto que sementes de alto vigor apresentaram uma taxa de crescimento total inicial, superior a sementes de baixo vigor, porém após o intervalo de 72 a 84 horas de avaliações, as sementes de baixo vigor apresentaram uma taxa superior (Figura 7).

Durante todas as avaliações de comprimento de plântulas deve-se ter um cuidado com o controle de temperatura por unidade experimental, considerando um controle local (blocos), em virtude da precisão do teste.

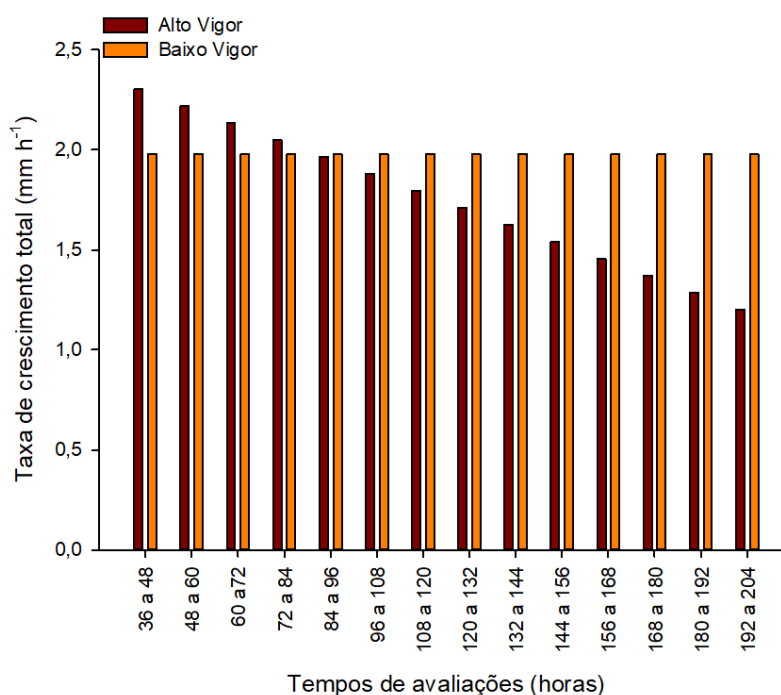


Figura 7. Taxa de crescimento total de plântulas de soja em mm h^{-1} , oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, para o tamanho de peneira 6,00mm

O experimento para avaliar o comportamento inicial das plantas revelou significância em níveis de vigor para as variáveis comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7), 11 (CPA11) e 14 (CPA14) dias de avaliações, para comprimento de raiz aos 7 (CR7) e 11 (CR11) dias de avaliações e para comprimento total aos 7 (CT7), 11 (CT11) e 14 (CT14) dias de avaliações (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7), 11 (CPA11) e 14 (CPA14) dias de avaliações, para comprimento de raiz aos 7 (CR7), 11 (CR11) e 14 (CR14) dias de avaliações e para comprimento total aos 7 (CT7), 11 (CT11) e 14 (CT14) dias de avaliações, relacionados aos níveis de vigor e peneiras

Fator de Variação	GL	Quadrados médios				
		CPA7	CPA11	CPA14	CR7	CR11
Peneiras (P)	1	0,01	1,34	2,24	0,10	4,71
Níveis de vigor (V)	1	11,83*	19,33*	25,93*	73,91*	12,04*
P x V	1	0,35	0,64	1,88	0,56	0,86
Resíduo	12	0,21	0,52	0,57	3,27	2,14
CV (%)		7,21	5,83	5,14	11,49	7,11

Fator de Variação	GL	CR14	CT7	CT11	CT14
Peneiras (P)	1	0,03	0,39	3,11	0,52
Níveis de vigor (V)	1	3,52	147,56*	57,79*	55,65*
P x V	1	0,85	5,39	0,24	10,86
Resíduo	12	1,94	7,78	4,80	5,71
CV (%)		6,48	12,45	6,60	6,63

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

O resumo da análise de variância, para as variáveis volume de raiz e massa seca de raiz, apresentou efeito significativo para peneiras nas variáveis volume de raiz aos 11(V11) e 14(V14) dias de avaliações, e para massa seca de raiz aos 7 (MSR7) dia de avaliação. As variáveis volume aos 7 (V7), 11 (V11) e 14 (V14) dias de avaliações, e massa seca de raiz aos 7 (MSR7) dia de avaliação, apresentaram significância para os níveis de vigor (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para as variáveis volume de raiz aos 7 (V7), 11 (V11) e 14 (V14) dias de avaliações, e para massa seca de raiz aos 7(MSR7), 11(MSR11) e 14 (MSR14) dias de avaliações, relacionados aos níveis de vigor e peneiras

Fator de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		V7	V11	V14	MSR7	MSR11	MSR14
Peneiras (P)	1	0,002	0,062*	0,180*	11,560*	143,4	332,15
Níveis de vigor (V)	1	0,090*	0,160*	0,180*	68,062*	71,825	56,625
P x V	1	0,002	0,01	0,05	0,640	1,89	12,78
Resíduo	12	0,009	0,008	0,016	2,232	33,691	79,410
CV (%)		26,1	14,67	20,46	8,74	17	16,35

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Sementes de alto vigor originaram plantas com maior comprimento de parte aérea e total aos 7, 11 e 14 dias de avaliações, diferindo de sementes de baixo vigor. O mesmo aconteceu para comprimento de raiz aos 7 e 11 dias após a semeadura, assim como para a massa seca de raiz aos 7 dias e para todas as avaliações do volume radicular (Tabela 9).

Tabela 9 . Comparação de médias para as variáveis comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7), 11 (CPA11) e 14 (CPA14) dias de avaliações, para comprimento de raiz aos 7 (CR7) e 11 (CR11) dias de avaliações, para comprimento total aos 7 (CT7), 11 (CT11) e 14 (CT14) dias de avaliações, para massa seca de raiz aos 7(MSR7) dias de avaliação e para volume de raiz aos 7 (V7), 11 (V11) e 14 (V14) dias de avaliações em função dos níveis de vigor

Variáveis	Níveis de Vigor	
	Alto	Baixo
CPA7 (cm pl ⁻¹)	7,21 A	5,49 B
CPA11 (cm pl ⁻¹)	13,46 A	11,26 B
CPA14 (cm pl ⁻¹)	15,91 A	13,36 B
CR7 (cm pl ⁻¹)	17,88 A	13,58 B
CR11 (cm pl ⁻¹)	21,43 A	19,70 B
CT7 (cm pl ⁻¹)	25,44 A	19,37 B
CT11 (cm pl ⁻¹)	35,07 A	31,27 B
CT14 (cm pl ⁻¹)	37,85 A	34,12 B
MSR7 (mg pl ⁻¹)	19,15 A	15,02 B
V7 (cm ³ pl ⁻¹)	0,45 A	0,31 B
V11 (cm ³ pl ⁻¹)	0,73 A	0,54 B
V14 (cm ³ pl ⁻¹)	0,70 A	0,51 B

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

Os resultados apresentados na tabela 10, demonstram que plantas oriundas de sementes da peneira 6,50mm, apresentaram maior massa seca de raiz aos 7 dias e volume de raiz aos 11 e 14 dias de avaliações, diferindo de plantas oriundas de sementes da peneira 6,00mm.

Tabela 10 . Comparação de médias para as variáveis massa seca de raiz aos 7(MSR7) dias de avaliação e para volume de raiz aos 11 (V11) e 14 (V14) dias de avaliações em função das peneiras

Variáveis	Peneiras (mm)	
	6,50	6,00
MSR7(mg pl ⁻¹)	17,91 A	16,24 B
V11 (cm ³ pl ⁻¹)	0,70 A	0,56 B
V14 (cm ³ pl ⁻¹)	0,70 A	0,52 B

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

A eficiência dos testes de vigor, depende da escolha adequada do método, em função dos objetivos pretendidos, sendo assim o uso de apenas um teste pode gerar informações incompletas.

Em razão disto, a avaliação inicial, assim como o comprimento e o desenvolvimento inicial das plântulas mantiveram a tendência referente a manifestação do vigor, onde sementes de maior vigor apresentaram maior potencial fisiológico para os testes realizados. Com isso a metodologia para a avaliação do comprimento de plântulas é um método eficiente, rápido e viável para avaliar o vigor das sementes.

O desenvolvimento destes testes de comprimento e desenvolvimento inicial de plântulas para outras espécies, poderá constituir uma alternativa consistente para a obtenção de resultados confiáveis, pois os procedimentos são relativamente simples, rápidos e econômicos, podendo ser reproduzido e padronizado para outras espécies.

2.3 Conclusões

1. O nível de vigor das sementes influencia diretamente no comprimento de plântulas de soja.
2. As sementes de soja de alto vigor apresentam maiores taxas de crescimento, em comparação às sementes menores e de baixo vigor.

3. A influência da qualidade das sementes, avaliada através do teste de comprimento de plântulas, depende do tamanho e do vigor das sementes. Portanto, o teste de comprimento de plântula pode ser realizado 120 horas após a semeadura.

3 CAPÍTULO II

Influência do nível de vigor e tamanho de sementes no comprimento de plântulas de milho

3.1 Introdução

O milho (*Zea mays* L.) pertencente à família Poaceae, é um dos cereais de maior importância no âmbito agrícola, apresentando uma grande versatilidade de uso (CRUZ et al., 2006), utilizado na alimentação humana e animal, além do uso na fabricação de vários subprodutos, geração de combustível, fabricação de medicamentos e colas (EMYGDIO et al., 2013). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, com cerca de 52 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Essa espécie é cultivada em todas as regiões do país (MAPA, 2016).

A demanda por grãos está crescendo e a cultura do milho no Brasil é responsável por atender 95% desta demanda (MAY et al., 2011). Na safra 2012/13, o milho apresentou o segundo maior volume de produção de sementes, obtendo 414.931 toneladas (ABRASEM, 2015). Na safra 2018/19, a produção de grãos está estimada em 91 mil toneladas (CONAB, 2019). Quando comparado as demais culturas, a taxa de utilização de sementes de milho é alta, apresentando 90%, isso devido a utilização predominantemente de materiais híbridos (ABRASEM, 2015).

A adoção conjunta de cultivares melhoradas, insumos agrícolas e técnicas adequadas de cultivo, fez com que os rendimentos das lavouras brasileiras experimentassem nestas duas ou três últimas safras, um novo patamar de produtividade. Hoje, no Brasil, é comum se encontrar produtores de milho com médias acima de 10 mil kg ha⁻¹, chegando a patamares de 15 mil kg ha⁻¹ (ABRASEM, 2015).

Sementes de milho possuem seu sistema de comercialização de sementes, prioritariamente, por número de sementes e não mais por peso, sendo comercializados sacos com 60 mil sementes (VAZQUEZ et al., 2012). Diante disto um grande número dos produtores rurais, preferem não utilizar sementes de menor

tamanho, pois suspeitam que as mesmas apresentem um menor potencial fisiológico no campo.

Na cultura do milho, as sementes não são todas formadas ao mesmo tempo, as últimas sementes a se formarem são normalmente menores do que as que se formaram primeiro, resultando na diferença de tamanho e de formato das sementes (redonda e chata, curtas e longas) de milho em uma mesma espiga. A fertilização dos óvulos ocorre da base para o ápice da espiga, assim, as sementes da base tem mais tempo para crescerem e se desenvolverem. Na porção mediana da espiga as cariopse exercem pressão sobre àquelas que estão ao seu redor durante o enchimento dos grãos, conferindo um formato achatado (SHIEH & MCDONALD, 1982).

Como forma de garantia de sucesso no estabelecimento da lavoura, se faz necessária a padronização quanto à forma e ao tamanho das sementes, assim como, a utilização de sementes de alto vigor. Portanto, o beneficiamento facilita, ao melhorar a homogeneidade de formato e de tamanho das sementes, a regulação das semeadoras e a semeadura, resultando em melhor uniformidade de semeadura (VON PINHO et al., 1995).

A fim de reduzir a competição intraespecífica e favorecer a produtividade das plantas, a distribuição das sementes na linha de semeadura deve ser efetuada de forma a garantir a equidistância entre as plantas. Além disso, sementes não padronizadas resultam na deposição de “duplas” na linha de semeadura, aumentando a competição por água, nutrientes e luz (SCHUCH & PESKE, 2008).

Parte dos bons resultados da safra de milho se deve ao uso de sementes de alta qualidade, resultando em alto vigor no campo, estandes de lavoura uniformes e, portanto, maiores taxas de produtividade. O vigor das sementes é caracterizado como reflexo de um conjunto de características que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a condições diferentes de ambiente no campo (AOSA, 1983; ISTA, 1981).

Essas sementes, que apresentam elevado vigor, caracterizam-se por apresentarem rápidos processos metabólicos, proporcionando uma emissão de raiz primária mais rápida, com maior taxa de crescimento e uniformidade durante o processo de germinação, produzindo plântulas de tamanho inicial maior e, deste modo, maior crescimento e rendimento de grãos (MIELEZRSKI et al., 2008).

Um dos parâmetro utilizado na análise de vigor é o crescimento inicial de plantas, esse por sua vez indica o quanto vigorosa é a planta. Sendo um método fácil

que oportuniza determinar a contribuição dessas estruturas vegetais e no rendimento das espécies, possibilitando, dessa maneira, indicar a estimativa do desenvolvimento e da contribuição dos processos morfofisiológicos sobre o desenvolvimento vegetal. Segundo Panozzo et al. (2009) a maior velocidade de emergência e a produção de plântulas com maior tamanho, provenientes das sementes vigorosas, podem proporcionar ao dossel vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes.

O tamanho das sementes é um fator considerável e significativo no vigor das sementes e na fase inicial de crescimento das plantas. A diferença de tamanho das sementes proporciona diferentes níveis de amido e de outras reservas de armazenamento, esse fator pode influenciar na expressão de germinação e crescimento das plantas (AHIRWAR, 2012).

Neste contexto, o trabalho objetivou avaliar o desempenho fisiológico e o crescimento inicial de plântulas de milho, originadas de sementes com níveis de vigor e tamanhos distintos.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS), no departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel, em Pelotas/RS. Utilizaram-se sementes de milho híbrido Fórmula Viptera, classificadas em dois tamanhos: peneira 7,50 e 7,00mm mediante o emprego de peneiras de crivos circulares.

As sementes foram estratificadas em três níveis de vigor (alto, médio e baixo). Para reduzir o vigor das sementes, as mesmas foram expostas a uma temperatura de 41°C e umidade relativa próximo a 100% por 60 e 84 horas, posteriormente, permaneceram por mais 12 horas expostas somente a alta temperatura e circulação de ar, retirando-se a fonte de umidade para que a umidade voltasse ao nível inicial (lote de alto vigor). Estes tempos foram determinados em razão de pré-testes com diversos tempos de exposição.

Para caracterização da qualidade inicial das sementes, para cada nível de vigor e tamanho de sementes, foram conduzidos diversas avaliações, a saber:

Teste de germinação: conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, tendo como substrato três folhas de papel da marca Germitest, umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes

foram mantidas em câmara de germinação com temperatura de 25°C. As plântulas consideradas normais foram avaliadas em um período de sete dias após a semeadura, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: foi realizado juntamente com o teste de germinação, computando-se a percentagem de plântulas normais, presentes no quarto dia após a instalação do teste. Esta determinação baseia-se no princípio de que as amostras que apresentarem maior percentagem de plântulas normais, na primeira contagem do teste de germinação, estabelecidas pela RAS (BRASIL, 2009), são as mais vigorosas.

Emergência em canteiro: foram utilizadas 400 sementes, divididas em quatro repetições de 100 sementes, semeadas no solo do tipo planossolo, com profundidade de 3 cm. A contagem das plântulas foi realizada aos 21 dias após a semeadura.

Massa seca na emergência: ao final do teste de emergência, foi coletada a parte aérea de dez plantas e levadas a estufa a 65°C, por 72 horas. Após foi realizada a pesagem das plântulas em balança analítica de precisão de 0,001g, e os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula.

Índice de velocidade de emergência: é baseado no princípio de que os lotes de sementes que apresentam a maior velocidade de emergência, possuem a capacidade de serem mais vigorosos. Então o teste foi conduzido conjuntamente com o teste de emergência em canteiro por contagens diárias sempre no mesmo horário até obter número constante de plântulas emergidas. O fórmula utilizada foi a indicada por Popinigis (1977), sendo:

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Em que IVE - índice de velocidade de emergência; E - número de plântulas computadas nas contagens; N- número de dias da semeadura à 1ª, 2ª ... enésima avaliação.

Para caracterização do teste de comprimento de plântula e desenvolvimento inicial de plântulas, para cada nível de vigor e tamanho de sementes, foram conduzidos as seguintes avaliações:

Teste de comprimento de raiz, parte aérea e total de plântulas: foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes, colocadas para germinar nas mesmas condições do teste de germinação. As sementes foram distribuídas no sentido longitudinal do

papel germitest, com a ponta da radícula voltada para o inferior do papel e o embrião voltado para cima. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e posicionados verticalmente no germinador regulado à temperatura de 25°C. Para a avaliação de 12 em 12 horas, foram avaliadas 4 repetições de 10 plântulas, para cada tratamento, a partir de 48 horas após a semeadura, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. As 10 plântulas avaliadas, foram selecionadas de forma aleatória. As avaliações foram realizadas até 180 horas após a semeadura. Cada plântula foi individualizada na avaliação, a fim de se permitir observar a efetiva curva de crescimento. Os resultados médios foram expressos em centímetros por plântula, para cada tratamento.

Matéria seca das plântulas: após a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz, as plântulas de cada repetição, foram separadas em parte aérea e raiz e em seguida foram mantidas em estufa a 65°C por 72 horas. Após foi realizada a pesagem das dez plântulas em balança analítica de precisão de 0,001g, e os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula.

Desempenho inicial de plantas: as sementes foram distribuídas em tubos de PVC com 100 mm de diâmetro e com 0,20, 0,40 e 0,75 m de altura, utilizando-se como substrato uma mistura de areia e solo na proporção 2:1. Semeadas a 3cm de profundidade. Aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, foram coletadas quatro repetições de 10 plantas para cada repetição. Após a retirada das plântulas dos tubos, as mesmas foram lavadas. Com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, foi avaliado o comprimento de parte aérea, raiz e total das plântulas. Seguindo o método proposto por Basso (1999), foi utilizada uma proveta graduada, na qual foram determinados os volumes de água, com raízes e sem raízes e, por diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades ($1\text{mL} = 1\text{cm}^3$). As raízes foram em seguida transferidas para estufa, a 65°C por 72 horas. Após foi realizada a pesagem em balança analítica de precisão de 0,001g, e os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema bifatorial 3 x 2, correspondendo a três níveis de vigor e dois tamanhos de peneiras, respectivamente, com quatro repetições para as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de emergência, emergência, massa seca da emergência – parte aérea, velocidade de emergência, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total. Para a avaliação

do desempenho inicial de plantas de soja, o delineamento foi o mesmo com quatro repetições, para as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, comprimento total, volume de raiz, massa seca de parte aérea e massa seca de raiz aos 7,14 e 21 dias após a semeadura.

Na avaliação do comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e comprimento total, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 2 \times 12$, onde os tratamentos correspondem a três níveis de vigor, dois tamanhos de peneiras e doze tempos de avaliações, com quatro repetições, onde cada uma era composta por 10 plântulas de milho.

Os dados foram submetidas ao teste de normalidade. Posteriormente, foram submetidas à análise de variância, seguido de comparações de médias através do teste de Tukey à 5% de probabilidade, para cada um dos parâmetros avaliados, incluindo comprimento de plântula (parte aérea, raiz e total) realizado em cada período.

3.3 Resultados e discussão

A partir dos resultados apresentados no resumo da análise de variância (Tabela 1) foi possível verificar que houve interação significativa entre peneira x níveis de vigor, somente para a variável massa seca de parte aérea. As variáveis primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de emergência e velocidade de emergência apresentaram significância apenas para níveis de vigor, enquanto que a variável massa seca de emergência – parte aérea apresentou efeito significativo para peneiras.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em canteiro (E), massa seca da emergência – parte aérea (MEPA), velocidade de emergência (VE) massa da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função dos níveis de vigor e dos tamanhos de peneiras

Fator de variação	QUADRADOS MÉDIOS					
	GL	PCG	G	IVE	EC	MEPA
Peneira (P)	1	2,041	5,041	0,028	7,04	330,486*
Níveis de vigor (V)	2	489,875*	185,791*	0,141*	21,88	96,192
V x P	2	3,041	4,041	0,001	0,54	22,099
Resíduo	18	76,152	22,458	0,017	7,82	49,202
CV (%)		10,25	5,04	2,92	2,93	8,21

Fator de Variação	GL	VE	MSPA	MSR	MST
Peneira (P)	1	0,001	62,791*	0,026	65,406
Níveis de vigor (V)	2	0,040*	1,172	7,196	2,559
V x P	2	0,001	15,784*	0,786	10,327
Resíduo	18	0,002	2,600	13,085	15,072
CV (%)		1,01	7,97	8,52	6,19

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Sementes de milho de alto vigor apresentaram maior média de primeira contagem de germinação, porém não diferiram das sementes de médio vigor, assim como para a germinação (Tabela 2). Para a variável índice de velocidade de emergência, sementes de alto vigor diferiram de sementes de médio e baixo vigor, apresentando assim uma maior média do índice de velocidade. Enquanto que para a velocidade de emergência, sementes de alto e médio vigor não diferiram, apresentando as menores médias, o que significa que demoraram menos tempo para emergirem do solo.

De acordo com Siddique et al. (1990), o crescimento inicial precoce pode resultar em maior captura de luz pelas folhas, fazendo com que o máximo índice de área foliar seja atingido mais rapidamente. Schuch et al.(2009), consideraram que o maior tamanho inicial das plântulas pode proporcionar a maximização da exploração do ambiente, favorecendo o seu desenvolvimento.

Tabela 2 . Médias para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) em função dos níveis de vigor de sementes de milho

Níveis de vigor	PCG (%)	G (%)	IVE	VE (dias)
Alto	94 a	98 a	4,70 a	5,23 a
Médio	84 ab	96 a	4,53 b	5,27 a
Baixo	78 b	88 b	4,43 b	5,37 b
CV (%)	10,25	5,04	2,92	1,01

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Para massa seca da emergência – parte aérea, sementes maiores, oriundas da peneira 7,50mm, apresentaram maior média, assim como diferiram da média de sementes da peneira 7,00mm (Tabela 3). Conforme Soares et al. (2015), sementes maiores originam plantas com maior massa seca de parte aérea.

Sementes de canola maiores apresentam um maior acúmulo de fotoassimilados, os quais serão transferidos para os órgãos das plantas originados destas sementes (AMARAL et al., 2012). Portanto, estas sementes possibilitarão uma rápida emergência, ou seja, um arranque inicial mais rápido, sendo assim, quanto mais rápida for a emergência das plântulas em campo, maior será o vigor das sementes que compõe aquele lote de sementes (OLIVEIRA et al., 2009).

Tabela 3. Comparação de médias para a massa seca na emergência- parte aérea (MEPA) de plântulas de milho, em função dos tamanhos de peneiras (7,50 e 7,00mm)

Peneiras (mm)	MEPA (mg pl ⁻¹)
7,50	89,07 a
7,00	81,65 b
CV(%)	8,21

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

A massa seca de parte aérea (MSPA) de sementes de alto vigor, de peneira 7,50mm apresentou a menor média, porém não diferiu entre os níveis de vigor. Somente ocorreu a distinção entre as peneiras utilizadas para o nível de vigor baixo (Tabela 4). Para MSPA na peneira 7,00mm, os níveis de vigor alto e médio não diferiram, assim como os níveis médio e baixo.

Tabela 4. Interação entre níveis de vigor x peneiras para massa seca de parte aérea (MSPA) (mg pl⁻¹) de plântulas de milho

Níveis de Vigor	Peneiras (mm)	
	7,50	7,00
Alto	20,32 Aa	19,3 Aa
Médio	21,47 Aa	19,18 Aab
Baixo	23,75 Aa	17,36 Bb
CV(%)	7,97	

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha para os tamanhos de peneira em cada níveis de vigor, minúscula na coluna para os níveis de vigor dentro do tamanho das peneiras, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

O resumo da análise de variância dos resultados indicou efeito significativo para as interações entre peneira x tempos de avaliações e níveis de vigor x tempos de avaliações para a variável comprimento de parte aérea (CPA), assim como apresentou efeito significativo para peneiras. Para as variáveis comprimento de raiz

(CR) e comprimento total (CT) ocorreu efeito significativo para peneiras, níveis de vigor e tempos de avaliações (Tabela 5).

Durante todas as avaliações de comprimento de plântulas foi realizado um controle de temperatura por unidade experimental, considerando um controle local (blocos).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) de plântulas de milho relacionados aos níveis de vigor, peneiras e tempos das avaliações

Fator de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		CPA	CR	CT
Peneiras (P)	1	3,011*	7,824*	21,298*
Níveis de vigor (V)	2	2,173*	27,452*	44,652*
P x V	2	0,205	1,5320	0,9090
Tempos de avaliações (T)	11	202,010*	2561,078*	4196,039*
P x T	11	0,220*	0,3110	1,0420
V x T	22	0,126*	0,4180	0,7610
P x V x T	22	0,036	0,3029	0,3740
Resíduo	216	0,077	0,5080	0,7270
CV (%)		7,04	4,82	4,55

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Sementes de alto vigor originaram plântulas com maior média de comprimento de raiz e total, diferindo de plântulas oriundas de sementes de médio e baixo vigor (Tabela 6), corroborando com trabalho realizado com sementes de arroz, por Schuch et al. (2001) ao concluírem que, de maneira geral, as sementes de alta qualidade fisiológica transferiram maior quantidade de matéria seca para os tecidos em desenvolvimento e produziram maior comprimento total que as sementes de menor qualidade fisiológica.

Tabela 6. Comparação de médias para as variáveis comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) de plântulas de milho em função dos níveis de vigor

Tempos de avaliações (horas)	CR (cm pl ⁻¹)			CT (cm pl ⁻¹)		
	Níveis de vigor					
	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo
48	0,66	0,54	0,42	0,66	0,54	0,42
60	2,55	2,37	2,02	3,15	2,86	2,50
72	4,50	4,10	3,83	5,45	5,03	4,72
84	6,68	6,26	5,94	8,43	7,73	7,27
96	10,03	9,52	9,03	12,46	11,80	11,19
108	13,20	12,58	11,97	16,85	15,91	15,01
120	16,70	15,98	15,33	21,38	20,43	19,47
132	19,90	19,47	18,49	25,44	24,90	23,51
144	23,30	22,84	21,81	29,59	29,13	27,76
156	26,07	25,59	24,76	33,09	32,67	31,49
168	28,86	28,30	27,49	36,56	36,15	34,96
180	31,06	30,22	29,56	39,30	38,66	37,70
Média	15,29 A	14,81 B	14,22 C	19,36 A	18,82 B	18,00 C

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

Sementes maiores peneira 7,50mm apresentaram maior média de CPA, CR e CT, diferindo, de sementes menores oriundas da peneira 7,00mm (Tabela 7). O tamanho da semente tem maior efeito sobre o crescimento inicial das plantas, sendo este, reduzido ao longo do desenvolvimento da planta. Em sementes maiores existe superior quantidade de reservas para o desenvolvimento, comparativamente àquelas pequenas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Tabela 7. Comparação de médias para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) de plântulas de milho em função das peneiras

Peneiras (mm)	CPA (cm pl ⁻¹)	CR (cm pl ⁻¹)	CT (cm pl ⁻¹)
7,50	4,07 a	15,02 a	19,10 a
7,00	3,80 b	14,49 b	18,29 b
CV(%)	7,04	4,55	4,82

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Até 72 horas, as plântulas originadas de sementes de alto, médio e baixo vigor foram similares quanto ao CPA. Entre 120 e 168 horas o CPA das plântulas obtidas de sementes de alto e médio vigor foram superiores ao das plântulas de baixo vigor horas (Tabela 8) (Anexo E e F). Em sementes de soja Schuch et al. (2009), consideraram que o maior tamanho inicial das plântulas pode proporcionar a maximização da exploração do ambiente, favorecendo o seu desenvolvimento.

No tempo de 84 horas após a instalação do experimento, o nível de alto vigor foi superior aos demais. Isso ocorreu também no tempo de 108 horas (Anexo G). Passadas 180 horas, o nível de médio vigor foi superior ao alto e baixo (Anexo H).

Tabela 8. Associações entre níveis de vigor e tempos de avaliações, para comprimento de parte aérea (CPA) (cm pl⁻¹) de plântulas de milho

Tempos de avaliações (horas)	Níveis de vigor		
	Alto	Médio	Baixo
48	0,00 A	0,00 A	0,00 A
60	0,59 A	0,50 A	0,47 A
72	0,95 A	0,91 A	0,89 A
84	1,74 A	1,46 B	1,33 B
96	2,43 A	2,25 A	2,16 A
108	3,64 A	3,29 B	3,04 B
120	4,68 A	4,41 A	4,13 B
132	5,53 A	5,38 A	5,02 B
144	6,28 A	6,24 A	5,94 B
156	7,02 A	7,02 A	6,73 B
168	7,70 AB	7,81 A	7,47 B
180	8,24 B	8,57 A	8,13 B
CV(%)	7,04		

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

Não ocorreu diferença para o comprimento de parte aérea, entre as peneiras testadas, até 96 horas de avaliações do experimento, após isso as peneiras diferiram entre si até o tempo de 168 horas de avaliações. Plântulas oriundas de sementes maiores apresentaram maior média de comprimento de parte aérea a partir de 96 horas, se mantendo até o final das avaliações (Figura 1). As sementes vigorosas possuem um tecido de reserva maior e originam plântulas mais vigorosas em relação àquelas de sementes menores (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

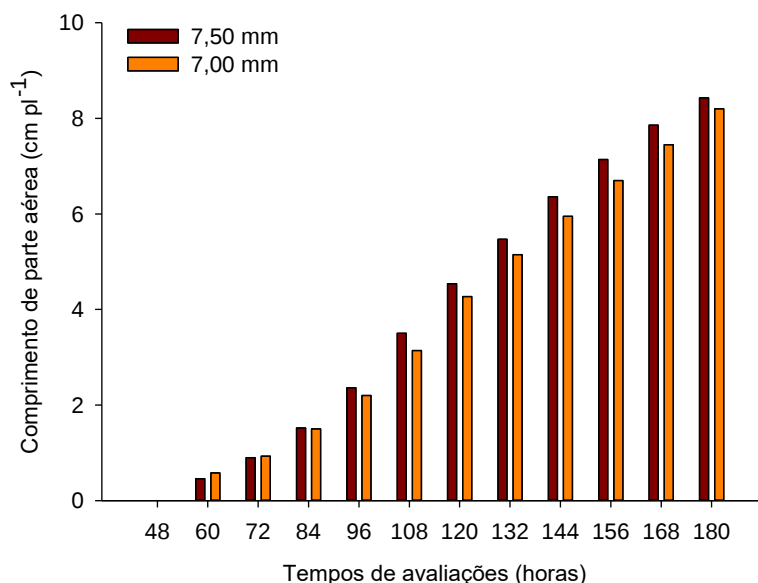


Figura 1. Comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de milho, comparando os tamanhos e peneiras testados.

Para a interação entre tempos e avaliações x níveis de vigor, os valores de comprimento de parte aérea de plântulas, originadas de sementes de alto vigor ($R^2=0,97$) ajustaram-se ao modelo linear com alto coeficiente de variação. Contudo, àqueles originados de sementes de médio vigor ($R^2=0,98$) e baixo vigor ($R^2=0,98$) demonstraram que o comprimento de parte aérea se ajustou ao modelo quadrático (Figura 2).

Plântulas provenientes de sementes de alto vigor emergiram mais rapidamente, o que é possível visualizar através das imagens (Anexo E a H). Em condições de campo estas plântulas irão iniciar o processo fotossintético mais cedo, favorecendo o crescimento da parte aérea, comparativamente às plântulas provenientes de sementes de médio e baixo vigor, sendo que as mesmas apresentaram um comportamento da curva de crescimento quadrático, tendo seu crescimento inicial mais lento.

Sementes de alto potencial fisiológico permitem uma rápida emergência e um maior crescimento inicial de plantas, isso em relação às provenientes de sementes de baixo potencial fisiológico, podendo influenciar na desuniformidade de crescimento e na capacidade competitiva das plantas.

Avaliando o crescimento individual de plantas em populações de soja Kolchinski et al. (2005) verificaram que as plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentaram maior produtividade de grãos dentro das populações, no entanto,

não apresentaram dominância sobre as plantas originadas de sementes de vigor mais baixo adjacente na linha de semeadura.

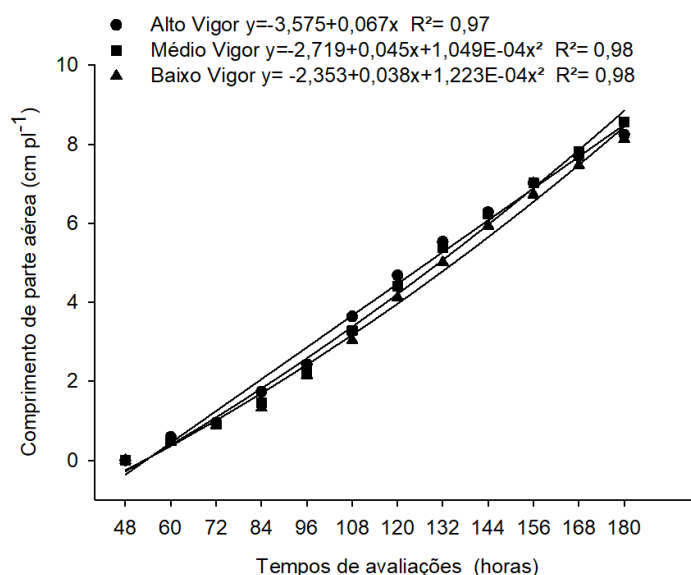


Figura 2. Comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de milho para a interação entre tempos de avaliações x níveis de vigor, para médias de tamanhos das peneiras.

Os valores de comprimento de parte aérea de plântulas originadas de sementes de da peneira 7,50 e 7,00 mm, ajustaram-se ao modelo quadrático com altos coeficientes de variação ($R^2 = 0,98$) para ambas as peneiras (Figura 3). A partir do tempo de 96 horas, é possível visualizar a mudança no comportamento das plântulas oriundas de sementes da peneira 7,50mm, passando a apresentar uma maior média de comprimento de parte aérea. Resultados corroboram com Krzyzanowski et al. (2005), Pádua et al. (2007) e Pádua et al. (2010) onde sementes maiores resultaram em plantas de soja mais altas do que as originadas de sementes menores.

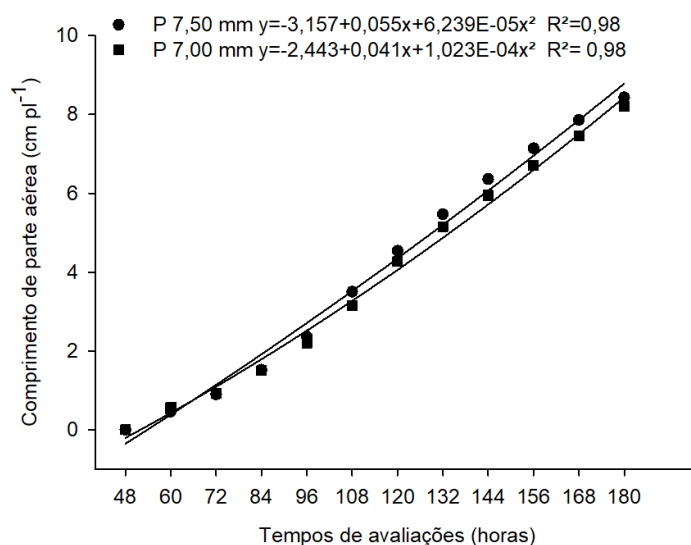


Figura 3. Comprimento de parte aérea (CPA) para a interação entre tempos de avaliações x peneiras, para médias dos níveis de vigor de sementes de milho

Os valores de comprimento de raiz e comprimento total de plântulas de milho, ajustaram-se ao modelo quadrático com altos coeficientes de variação ($R^2 = 0,98$) para ambas as variáveis (Figura 4). Após 72 horas da instalação do teste é possível observar a diferença entre o comprimento da raiz com o total, devido ao desenvolvimento do coleóptilo e posteriormente seu alongamento e formação das folhas embrionárias.

O melhor momento para avaliar o comprimento de plântulas de milho é no tempo de 96 horas após a semeadura, o qual se iguala ao tempo para avaliação da primeira contagem de germinação.

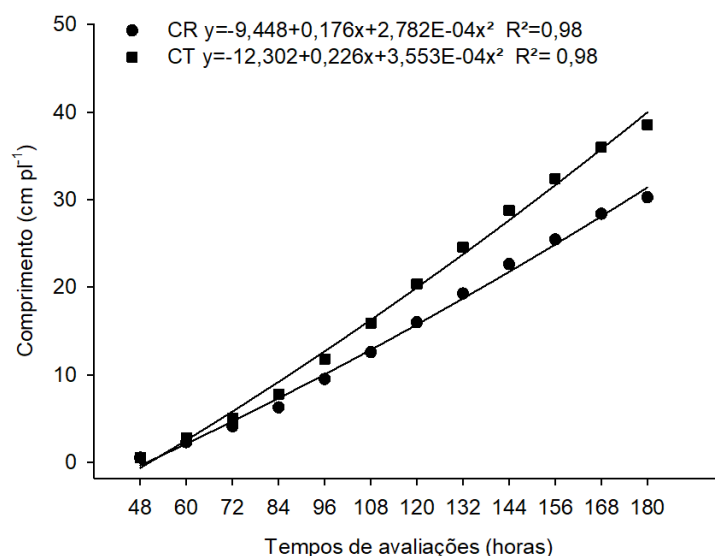


Figura 4. Comprimento de raiz (CR) e total (CT) para tempos de avaliações. Médias dos níveis de vigor e tamanho de sementes de milho

O resumo da análise de variância do experimento para avaliar o comportamento inicial das plantas, revelou efeito significativo para a interação entre peneiras x níveis de vigor para as variáveis comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7) e 21 (CPA21) dias de avaliações. As variáveis comprimento de raiz aos 7 (CR7) dias de avaliações e comprimento total aos 7 (CT7) dias de avaliações, revelaram efeito significativo para peneiras e níveis de vigor (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7), 14 (CPA14) e 21 (CPA 21) dias de avaliações, para comprimento de raiz aos 7 (CR7), 14 (CR14) e 21 (CR21) dias de avaliações e para comprimento total aos 7 (CT7), 14 (CT14) e 21 (CT21) dias de avaliações, relacionados aos níveis de vigor e peneiras

Fator de Variação	GL	Quadrados médios				
		CPA7	CPA14	CPA21	CR7	CR14
Peneira (P)	1	0,156	0,187	0,453	9,843*	0,317
Níveis de vigor (V)	2	0,051	0,289	5,625*	11,950*	22,356
P x V	2	0,912*	1,945	3,233*	1,912	6,255
Resíduo	18	0,251	0,590	0,750	1,229	14,151
CV (%)		11,49	7,81	5,85	8,98	8,85

Fator de Variação	GL	CR21	CT7	CT14	CT21
Peneira (P)	1	95,840	13,832*	0,703	113,361
Níveis de vigor (V)	2	15,227	11,525*	25,399	15,312
P x V	2	33,518	2,135	10,641	44,510
Resíduo	18	41,232	1,944	13,010	49,481
CV (%)		13,13	8,32	6,85	10,99

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Para as variáveis volume de raiz aos 14 (V14) e 21 (V21) dias de avaliações e para massa seca de parte aérea aos 21 (MSPA21) dias de avaliações, ocorreu efeito significativo para níveis de vigor. Ocorreu interação significativa, entre níveis de vigor x peneiras para a variável massa seca de parte aérea aos 7 (MSPA7) dias de avaliações (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo da análise de variância para as variáveis volume de raiz aos 7 (V7), 14 (V14) e 21 (V21) dias de avaliações, para massa seca de parte aérea aos 7 (MSPA7), 14 (MSPA14) e 21 (MSPA21) dias de avaliações e para massa seca de raiz aos 7 (MSR7), 14 (MSR14) e 21 (MSR21) dias de avaliações, relacionados aos níveis de vigor e peneiras

Fator de Variação	GL	Quadrados médios				
		VOL7	VOL14	VOL21	MSPA7	MSPA14
Peneiras (P)	1	0,018	0,001	0,004	0,085	5,386
Níveis de vigor (V)	2	0,007	0,150*	1,135*	25,098*	8,595
P x V	2	0000,9	0,05	0,146	12,699*	3,128
Resíduo	18	0,009	0,017	0,094	3,356	16,520
CV (%)		26,93	9,48	11,55	14,08	11,6

Fator de Variação	GL	MSPA21	MSR7	MSR14	MSR21
Peneiras (P)	1	7,37	13,999	1303,016	565,704
Níveis de vigor (V)	2	218,184*	39,784	81,248	890,475
P x V	2	123,359	7,585	15,816	607,203
Resíduo	18	35,384	22,332	329,676	427,804
CV (%)		9,46	14,94	19,24	14,21

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

GL- Graus de Liberdade

Plantas de milho, oriundas de sementes de alto vigor, apresentaram maiores médias de comprimento de raiz e total aos 7 dias, assim como para volume de raiz aos 14 e 21 dias e para massa seca de parte aérea aos 21 dias de avaliações em relação as de baixo vigor. O nível de vigor alto diferiu apenas no nível de vigor baixo, não ocorrendo diferença com as plantas oriundas de sementes de médio vigor, para as variáveis comprimento de raiz e total aos 7 dias e para volume de raiz aos 14 dias de avaliações (Tabela 11).

Para volume de raiz e massa seca de parte aérea aos 21 dias de avaliações, o nível de vigor alto foi superior aos níveis de vigor médio e baixo. Avaliações de características de crescimento do sistema radicular, podem estimar o vigor das sementes. Para milho, tanto o formato quanto o tamanho da sementes podem influenciar no início do desenvolvimento (VAZQUEZ et al., 2012).

Tabela 11. Comparação de médias para as variáveis comprimento de raiz aos 7 (CR7) dias de avaliações, comprimento total aos 7 (CT7) dias de avaliações, volume de raiz aos 14 (V14) e 21 (V21) dias de avaliações e para massa seca de parte aérea aos 21 (MSPA21) dias de avaliações, em função dos níveis de vigor de sementes de milho

Níveis de vigor	CR7 (cm pl ⁻¹)	CT 7 (cm pl ⁻¹)	V 14 (cm ³ pl ⁻¹)	V 21 (cm ³ pl ⁻¹)	MSPA 21 (mg pl ⁻¹)
Alto	13,54 a	17,96 a	1,52 a	3,06 a	68,86 a
Médio	12,37 ab	16,71 ab	1,41 ab	2,31 b	59,76 b
Baixo	11,10 b	15,56 b	1,24 b	2,62 b	59,86 b
CV (%)	8,98	8,32	9,48	11,55	9,46

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Sementes maiores (peneira 7,50 mm) originaram plântulas de milho com maior média de comprimento de raiz e total aos 7 dias de avaliações em relação as sementes menores (peneira 7,00 mm)(Tabela 12).

Tabela 12. Comparação de médias para as variáveis comprimento de raiz (CR7) e comprimento total aos 7 (CT7) dias de avaliações de plântulas de milho, em razão das peneiras utilizadas

Peneiras (mm)	CR 7 (cm pl ⁻¹)	CT 7 (cm pl ⁻¹)
7,50	12,98 a	17,50 a
7,00	11,70 b	15,98 b
CV(%)	8,98	8,32

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Aos 7 dias de avaliações, as plantas de milho oriundas de sementes menores e de alto vigor, apresentaram a maior média de comprimento de parte aérea, diferindo de sementes de baixo vigor. Para plantas provenientes de sementes maiores, não ocorreu diferença entre os níveis de vigor. Ao comparar os tamanhos das peneiras, não houve diferença entre as mesmas nos três níveis de vigor testados (Tabela 13).

Passados 21 dias, o comprimento de parte aérea de plantas oriundas de sementes da peneira 7,00mm apresentou comportamento semelhante ao da avaliação aos 7 dias. O nível de vigor alto apresentou as maiores médias de comprimento diferindo dos níveis de médio e baixo vigor. Para plantas de milho, oriundas de sementes da peneira 7,50mm, não houve diferença entre os níveis de vigor, do mesmo modo ao comparar os tamanhos de peneiras em todos os níveis de vigor.

Sementes maiores e com alto vigor originaram plantas de feijoeiro com maior área foliar, conseqüentemente devido ao maior investimento de fotoassimilados no aparato fotossintético (PEDÓ et al., 2014). Essas plantas tendem a apresentar maior

capacidade de captação de energia solar, colaborando para a maior produção de assimilados destinados à produção de grãos/sementes (LOPES & LIMA, 2015).

Para a avaliação da massa seca de parte aérea aos 7 dias de avaliações, sementes menores de alto vigor, apresentaram maior média em comparação com sementes maiores de alto vigor. Ao comparar os níveis de vigor para sementes da peneira 7,50mm, não ocorreu diferença entre os níveis. Já para as sementes da peneira 7,00mm, o nível de vigor alto foi superior aos demais níveis.

Tabela 13. Associação entre níveis de vigor x peneiras para as variáveis comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7) e 21 (CPA21) dias e para massa seca de parte aérea aos 7 (MSPA7) dias em plântulas de milho

Níveis de vigor	CPA 7 (cm pl ⁻¹)		MSPA 7 (mg pl ⁻¹)		CPA 21 (cm pl ⁻¹)	
			Tamanhos de peneiras (mm)			
	7,50	7,00	7,50	7,00	7,50	7,00
Alto	4,61 Aa	3,98 Aa	13,62 Ba	16,4 Aa	15,9 Aa	16,34 Aa
Médio	4,57 Aa	4,1 Aab	13,01 Aa	11,73 Ab	14,65 Aa	13,93 Ab
Baixo	4,15 Aa	4,76 Ab	12,57 Aa	10,72 Ab	14,97 Aa	13,7 Ab
CV(%)	11,49		14,08		5,85	

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna para tamanho de peneira comparando níveis de vigor e maiúscula na linha para os tamanhos das peneiras dentro do nível de vigor, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Sementes maiores e de alto vigor se destacam na avaliação inicial assim como o comprimento de parte aérea, raiz e total e o desenvolvimento inicial de plântulas apresentando alta qualidade fisiológica. Diante disto a utilização de mais de um teste de vigor é de grande importância para gerar informações precisas na avaliação da qualidade das sementes.

Através da metodologia testada para comprimento de plântulas é possível identificar o momento ideal para realizar a avaliação, reduzindo e otimizando o tempo de resposta.

3.4 Conclusões

1. O nível de vigor das sementes influencia o comprimento de plântulas de milho.
2. O melhor tempo para ser realizada a avaliação do comprimento de plântula em sementes de milho é 96 horas.
4. O comprimento de raiz e o total de plântulas de milho sofrem interferência dos fatores níveis de vigor e tamanho de sementes.

4 Considerações Finais

Considerando os resultados obtidos, pode-se observar a resposta diferenciada no desempenho agrônômico das plântulas de soja em função do tamanho das sementes utilizadas, bem como a variabilidade entre as plântulas formadas através de lotes de maior e menor qualidade fisiológica.

Há resposta distinta no desempenho de crescimento de plântulas de soja em função do tamanho e do nível de vigor das sementes. Sementes de alto vigor resultam em plântulas maiores, assim como sementes maiores, a partir do tempo de 108 horas. A taxa de crescimento das plântulas originada de sementes de alto vigor é superior àquelas provenientes de sementes de baixo vigor.

Para o teste de comprimento de plântula o comprimento de raiz e o total de plântulas de milho, sofrem interferência dos fatores níveis de vigor e tamanho de sementes atuando isoladamente. A variável comprimento de parte aérea apresentou interferência da associação entre níveis de vigor e tamanhos de sementes. As sementes de milho de maior vigor e tamanho resultam em plântulas com maior comprimento de parte aérea.

Para sementes de soja as avaliações do teste de comprimento de plântula podem ser realizadas a partir de 108 horas após a semeadura. Sendo recomendado o tempo de 120 horas em virtude da logística de trabalho do laboratório. Para sementes de milho o tempo para avaliação do comprimento de plântulas é de 96 horas.

Referências

AHIRWAR, J. R. Effect of seed size and weight on seed germination of *Alangium lamarckii*, Akola, India. **Research Journal of Recent Sciences**. v.1, p. 320-322, 2012.

AISENBERG, G. R.; PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. vigor e desempenho de crescimento inicial de plantas de soja: efeito da profundidade de semeadura. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 3081-3091, 2014.

AMARAL, A. D. I. do.; MEDEIROS, S. L. P.; MENEZES, N. L. de.; LUZ, G. L. da.; PIVOTO, D.; BIALOZOR, A. Qualidade de sementes de canola classificadas por densidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2 p. 1-8, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS- ABRASEM. **Anuário Brasileiro de Sementes 2015**. Brasília, Df. 56p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution 32).

ÁVILA, W. et al. Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja. **Agrarian**, Rio Verde, v. 1, n. 2, 2008.

BAGATELI, J. R. **Desempenho produtivo da soja originada de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor**. 2015. 34f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

BARBIERI, A. P. P.; MENEZES, N. L. de.; CONCEIÇÃO, G. M.; TUNES, L. M. de. Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 117 - 124, 2012.

BASSO, S.M.S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. e Lótus L.**, 1999. 268 p. (Tese doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre -RS.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

CAMOZZATO, V. A. **Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes**. 2007. 24f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.

CARVALHO, E. R. **Manganês via foliar em soja convencional e transgênica RR: efeitos na qualidade de sementes, atividade enzimática, lignina e produtividade**. 2013. 134 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP, 2012. 590 p.

COIMBRA, R. de A.; TOMAZ, C. de A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6-Safra 2018/19 –Quarto levantamento, Brasília, p. 1-126, 2019.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. Produção de milho orgânico na agricultura familiar. (Circular Técnica, 81). **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 2006, 17p.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; SOUZA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.3, p. 45-55. 1987.

DIAS, M A N.; MONDO, V H V.; CÍCERO S M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 93-101, 2010

EGLI, D.B. Relationship of uniformity of soybean seedling emergence to yield. **Journal of Seed Technology**, v.17, n.1, p.22-28, 1993.

ELLIS, R. H. Seed and seedling vigor in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, v.11, p.249-255, 1992.

EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A.; TEIXEIRA, M. C. C. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015. Brasília, **Embrapa**, 2013. 124p.

ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva de soja no Brasil e no Mundo. **Geotextos**, v. 11, n. 1, p. 217-238, 2015.

FACIN, F.; PEDÓ, T.; KOCH, F.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z. Vigor de sementes e crescimento inicial de plantas de feijão sob efeito de baixas temperaturas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 4, p. 35-40, 2014.

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

FONSECA, N. R. **Qualidade fisiológica e desempenho agrônomo de soja em função do tamanho da semente**. 2007. 68f. Tese (Doutorado)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu, 2007.

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. de.; HENNING, I. L. F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: **Embrapa Soja**, 2016. 82 p. il. – (Documentos / Embrapa Soja, n.380).

HAESBAERT, F. M.; LOPES, S. J.; MERTZ, L. M.; LÚCIO, A. D.; HUTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, v. 76, n. 1, 2017.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D.; Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.

HÖFS, A. **Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica das sementes**. 2003. 44f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). Handbook of vigor test Methods. Zurich: **ISTA**, 1981. 72 p.

JUVINO, A. N. K.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; SALES, J. DE F. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p.844-850, 2014.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Guanabara Koogan, 2012. 431p.

KIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Documentos 349, **Embrapa Soja**, Londrina - PR, 2014.

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

KOPPER, A. C. et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Cariniana estrellensis*(Raddi) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 160-165, 2010.

KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de comprimento de raiz de plântula de soja. **Informativo ABRATES**, v. 2, n. 1, p. 11- 14, 1991

KRZYZANOWSKI, F.C. VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e teses**. ABRATES, Londrina, 218p.,1999.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A.; VIEIRA, B.G.T.L. Influência do tamanho da semente na produtividade da cultura da soja. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 27., Cornélio Procopio, 2005. Resumos... Londrina: Embrapa Soja. p.567-568.

LAZZAROTTO, J. J.; KIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de Soja nos contextos Mundial e Brasileiro. Documentos 39, **Embrapa Soja**, Londrina – PR, 2010.

LIMA, A.M.M.P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.157-163, 1999.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Interceptação e distribuição da energia radiante em comunidades terrestres. In: LOPES, N. F.; LIMA, M.G. S. **Fisiologia da produção**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 117-144p., 2015.

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

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Milho**. Brasília, 2016.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e Utilização. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. ABRATES, 1999.

MARCOS FILHO, J. Testando o vigor de sementes. **Seed News**, Pelotas, n2, p12-13, 2002.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; DE LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MATTHEWS, S.; EL-KHADEN, R.; CASARINI, E.; KHAJED-HOSSEINI, M.; NASEHZADEH, M.; WAGNER, M.H. Rate of physiological germination compared with the cold test and accelerated ageing as a repeatable vigour test for maize. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 379-389, 2010

MATTHEWS, S.; KHAJED-HOSSEINI, M. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize. **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 200-212, 2007

MAY, A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; LANDAU, E. C.; PARRELA, R. A. C.; MASSAFERA, R. Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, 28p., 2011.

McDONALD JR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the International Seed Testing Association**. Lansing, , v.65, n. 1, p.109-139, 1975.

MELO, P. T. B. S. **Desempenho individual e de populações de plantas de arroz relacionado ao vigor de sementes**. Pelotas, 2005. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas, 2005.

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

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 no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24, 1999.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Interscienceplace**, v.1, n.4, p. 2009.

OLSEN, D. **Variabilidade e desempenho em plantas de soja em função da qualidade fisiológica da semente**. Pelotas. 2016. Tese (Pós-Graduação) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade na cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Uberaba, v.32, n.3, p. 9-16, 2010.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, O.; ZITO, R.K.; KRZYZANOWSKI, F.C.; GAZZIERO, D.L.P. Aplicação de glyphosate como dessecante em précolheita em semente de soja: efeito sobre a produtividade. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 29, Campo Grande, MS. 2007. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2007. p.225-227. (Documentos, 287).

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. MIELEZRKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FZVA**. Uruguiana, v.16, n.1, p. 32-41. 2009

PEDÓ, T.; SEGALIN, S. R.; SILVA, T. A. da.; MARTINAZZO, E. G.; GAZOLLA NETO, A.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Vigor de sementes e desempenho inicial de plântulas de feijoeiro em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 59-64, 2014.

PICCININ, G. G. et al. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 5, n. 15, p.20-28, 2012.

Popinigis, F. **Fisiologia de sementes**: AGIPLAN, 1977. 289p.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, v.7, n.3, p. 171-175, 1967.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. de; MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SCHUCH, L. O. B.; GUADAGNIN, C. M. I.; ROSENTHAL, M. D.; HÖLBIG, L. S.; CONRAD, V. A. D. Transferência de biomassa em função do vigor das sementes em arroz irrigado. In: **XII Congresso Brasileiro de Sementes**, 2001, Curitiba. Informativo Abrates. Curitiba: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, v.11, p.222, 2001.

SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Falhas e duplos na produtividade. **Seeds news**, v. 12, n. 6, 2008.

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

SHIEH, W. J.; McDONALD, M. B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, v. 10, n. 2, p. 307-313, 1982.

SIDDIQUE, K. H. M.; TENNAT, D.; PERRY, M. W.; BELFORD, R. K. Water use and efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean type environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, Melbourne, v.41, p.431-447, 1990.

SOARES, M. M.; SANTOS JUNIOR, H. C. dos.; SIMÕES, M. G.; PAZZIN, D.; SILVA, L. J. da. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.M.T.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

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

VAZQUEZ, G. H.; ARF, O.; SARGI, B. A.; PESSOA, A. C. O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 16-24, 2012.

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

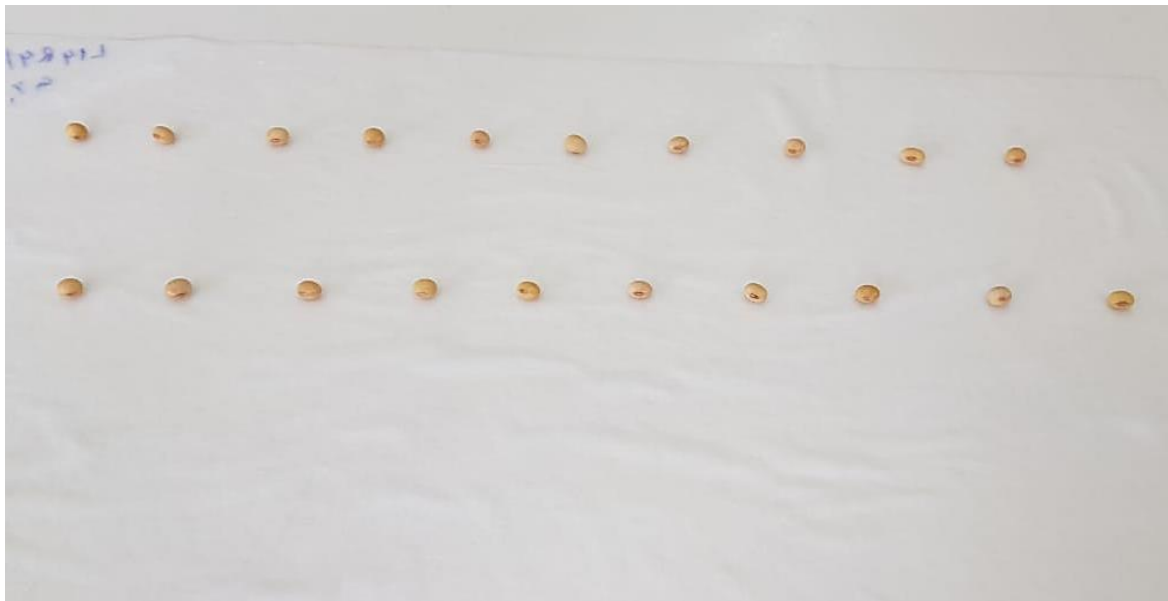
VINHAL-FREITAS, I. C. et al. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Agropecuária Técnica**. v.32, n.1, 2011.

VON PINHO, E. V. R.; SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A. C. Influência do tamanho e do tratamento de semente de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, v. 19, n. 1, p. 30-36. 1995.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; GUISCHEM, J. M.; HENNING, F. A.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce classificadas pela espessura e largura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 71-78, 2014.

Anexos

Anexo A – Posicionamento das sementes de soja no papel germitest.



Fonte: Arquivo pessoal

Anexo B- Desenvolvimento de plântulas de soja, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 36 horas após a semeadura.



Fonte: Arquivo pessoal

Anexo C- Desenvolvimento de plântulas de soja, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 72 horas após a semeadura.



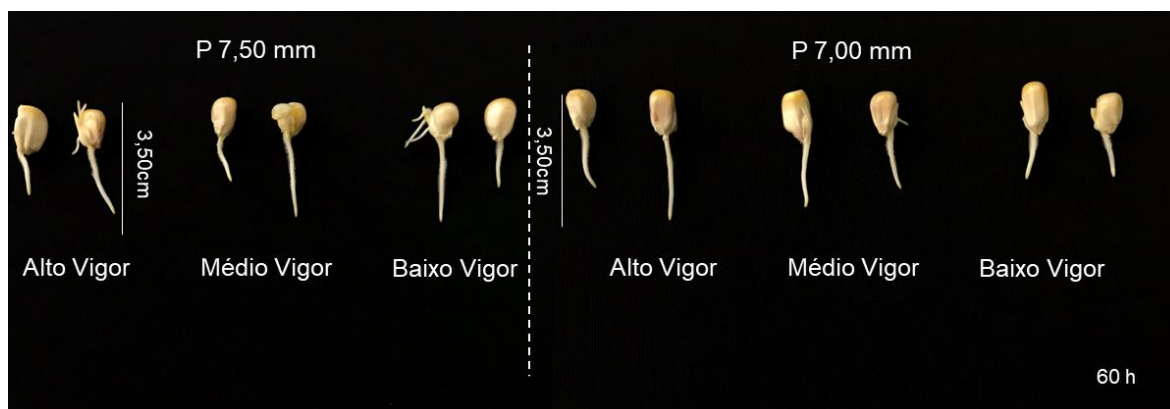
Fonte: Arquivo pessoal

Anexo D- Desenvolvimento de plântulas de soja, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 168 horas após a semeadura.



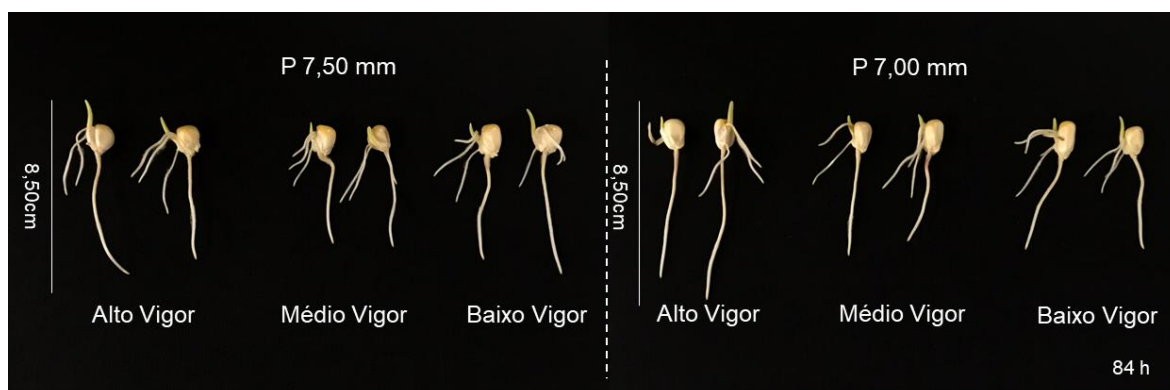
Fonte: Arquivo pessoal

Anexo E- Desenvolvimento de plântulas de milho, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 60 horas após a semeadura.



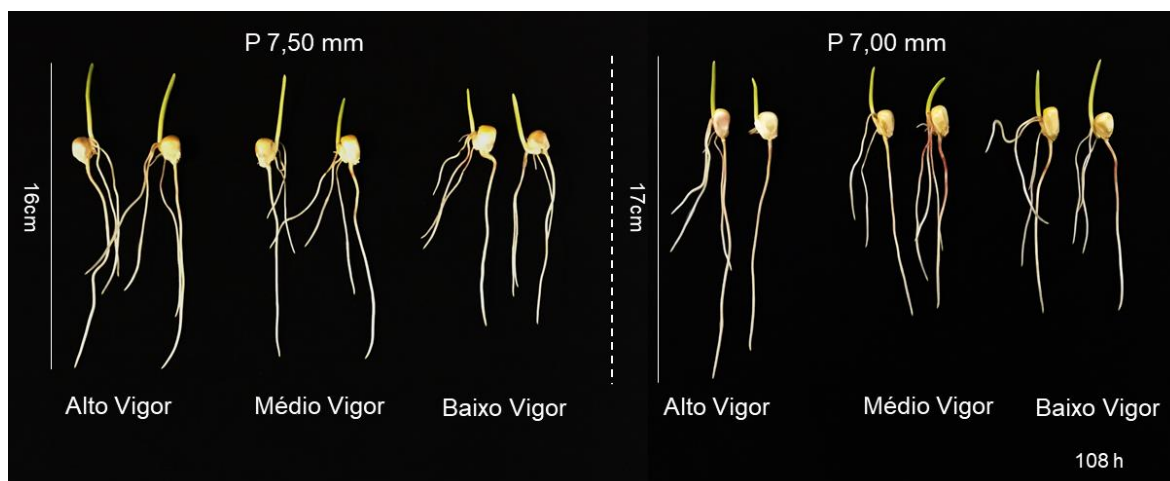
Fonte: Arquivo pessoal

Anexo F – Desenvolvimento de plântulas de milho, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 84 horas após a semeadura.



Fonte: Arquivo pessoal

Anexo G- Desenvolvimento de plântulas de milho, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 108 horas após a semeadura.



Fonte: Arquivo pessoal

Anexo H- Desenvolvimento de plântulas de milho, oriundas de sementes com tamanho e níveis de vigor distintos, avaliadas 180 horas após a semeadura.



Fonte: Arquivo pessoal