



Revista
Técnico-Científica



AVALIAÇÃO DE VIGOR DE SEMENTES DE SOJA ATRAVÉS DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Gabriel Santin¹ Gabriel Almeida Aguiar²

¹Estudante de Agronomia do Instituto Federal Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Sertão, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: gabrielv.santin@gmail.com ²Professor Doutor do Instituto Federal Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Sertão, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: gabriel.aguiar@sertao.ifrs.edu.br

RESUMO: Na safra de 2019/2020, o Brasil produziu 124,8 milhões de toneladas de soja, sendo o maior produtor do mundo. Dentre os fatores que contribuem para uma alta produtividade, o uso de sementes de alta qualidade é um dos principais. O objetivo do trabalho foi avaliar a possível correlação do teste de condutividade elétrica com os parâmetros de vigor, em diferentes testes, para sementes de soja. O trabalho foi conduzido no laboratório do IFRS *Campus Sertão*, utilizando sementes de soja da cultivar DM 5958 IPRO da safra 2019/20. A partir de um lote de sementes dessa cultivar, retirou-se 4 amostras sendo submetidas a um pré-tratamento para obter 4 níveis de vigor (baixo, médio, alto e muito alto). Estes foram submetidos ao teste de germinação, avaliando no 5º (PG5) e 8º dia (PG8), teste de tetrazólio (TT) e de condutividade elétrica (CE). Observou-se que sementes de soja com diferentes níveis de vigor apresentam diferença quanto ao PG5, PG8, TT e CE. Existe correlação negativa entre CE e os parâmetros de vigor da semente, onde o aumento da condutividade elétrica diminui o vigor. Sendo possível utilizar o teste de condutividade elétrica para avaliação dos níveis de vigor em sementes de soja.

Palavras-chave: teste tetrazólio, poder germinativo, correlação, níveis de vigor, *Glycine max*.

EVALUATION OF VIGOR OF SOYBEAN SEEDS USING THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST

ABSTRACT: In the 2019/2020 harvest, Brazil produced 124.8 million tons of soybeans, being the largest producer in the world (CONAB, 2020). Among the factors that contribute to high productivity, the use of high-quality seeds is one of the main ones. The objective of the work was to evaluate the possible correlation of the electrical conductivity test with the vigor parameters, in different tests, for soybean seeds. The work was conducted in the IFRS *Campus Sertão* laboratory, using soybean seeds of the cultivar DM 5958 IPRO for the 2019/20 harvest. From a lot of seeds of this cultivar,

4 samples were taken and subjected to a pre-treatment to obtain 4 levels of vigor (low, medium, high and very high). These were submitted to the germination test, evaluating on the 5th (GP5) and 8th day (GP8), tetrazolium (TT) and electrical conductivity (EC) test. It was observed that soybean seeds with different levels of vigor differ for GP5, GP8, TT and EC. There is a negative correlation between EC and the parameters of seed vigor, where the increase in electrical conductivity decrease the vigor. It is possible to use the electrical conductivity test to evaluate the levels of vigor in soybean seeds.

Keywords: *tetrazolium test, germinating power, correlation, vigor levels, Glycine max.*

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, sendo que na safra 2019/20 produziu 124,8 milhões de toneladas do grão, segundo relatório da CONAB (2020). Sendo o principal produto exportado pelo país, essa oleaginosa destaca-se internamente pelo uso do farelo para as criações animais e pelo seu uso na mistura do biodiesel com combustível mineral. Com seus inúmeros subprodutos e utilizações, bem como pela crescente demanda no mercado, o uso de técnicas que aumentem a produtividade da cultura é muito importante.

Dentre os fatores que contribuem significativamente para alta produtividade na cultura da soja, o uso de sementes de alta qualidade é um dos principais. Sendo que as vantagens do uso de sementes de alto potencial e com qualidade estão diretamente relacionadas com a alta produtividade, pois elas garantem maior velocidade de emergência, deixando a semente menos tempo exposta a fatores adversos que afetariam seu estabelecimento e conseqüentemente no resultado da lavoura (SILVA et al., 2019).

Segundo Krzyzanowski et al. (2018), a semente de soja para ser considerada de alta qualidade, obrigatoriamente tem que ter alta taxa de vigor, germinação e sanidade, além de garantia de pureza genética e não conter sementes de plantas daninhas. Esses critérios buscam garantir o desempenho do potencial genético da cultivar à campo. Independente da origem, as regras para análise de sementes contêm os procedimentos básicos para a obtenção de amostras, métodos de avaliação, interpretação e indicação de resultados de análise de lotes de sementes

para a produção e comércio, possibilitando a padronização de procedimentos entre analistas de sementes (LIMA, 2015).

O método clássico para avaliação da germinação e do vigor de sementes baseia-se na inspeção visual das plântulas após um período de germinação sendo um processo demorado e subjetivo (LIMA, 2015). Vários testes são utilizados rotineiramente para a avaliação do vigor de sementes de soja, destacando-se os de envelhecimento acelerado, tetrazólio, condutividade elétrica, crescimento e classificação do vigor de plântulas (VIEIRA et al., 2003).

O teste de condutividade elétrica está baseado na integridade da membrana celular. A integridade do sistema de membranas é responsável pelo teor de lixiviados (açúcares e aminoácidos) na solução de embebição: quanto mais elevados os teores de lixiviados, maior será a condutividade elétrica medida por meio de condutímetro, portanto, mais baixo será o nível de vigor (KRZYZANOWSKI et al., 2018). Segundo Andrade et al. (1995), o teste é de fácil execução e não necessita de produtos ou equipamento de difícil aquisição, com resultados confiáveis e reproduzíveis universalmente.

Os testes que têm por base a germinação da semente, como o de primeira contagem, e o de velocidade de germinação estão fundamentados na atividade metabólica das sementes, que é a sua capacidade de metabolizar e transportar as reservas dos tecidos, como carboidratos, lipídios e proteínas nos cotilédones para o eixo embrionário, para a formação da nova plântula (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

Outro método para análise do vigor das sementes é o teste de tetrazólio que baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases (BAALBAKI et al., 2009), as quais catalisam as reações respiratórias na mitocôndria, que é o local de produção de energia das células durante o processo de germinação da semente e de crescimento da plântula, durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Estas enzimas, particularmente a desidrogenase do ácido málico, reduzem o sal de tetrazólio nos tecidos vivos, resultando na formação de um composto vermelho, quando isso ocorre, significa que há viabilidade celular e do tecido. Portanto, a coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade, por meio da detecção da respiração a nível celular.

Tecidos não viáveis não reagem e, conseqüentemente, não são coloridos (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

O teste de condutividade elétrica preenche os três requisitos básicos para análise de semente, conforme relacionado por Matthews e Powell (1981), tal como proporciona resultados reproduzíveis, envolve processo simples e de baixo custo. Além disso, os resultados são obtidos em um período reduzido em relação aos outros testes (MARCOS FILHO et al., 1990; DIAS e MARCOS FILHO, 1996).

Levando-se em conta a importância da semente no estabelecimento da cultura, a análise de vigor se destaca como um dos mais importantes parâmetros relativos à qualidade da semente, tanto para o setor produtivo de sementes como para os sojicultores. Dessa forma, deve-se realizar testes desde o momento da colheita até a comercialização do lote, para se ter a certeza de um produto de qualidade está sendo semeado e que possa desempenhar todo seu potencial genético no campo trazendo bons resultados. Entretanto, os métodos analíticos empregados para as análises tradicionais envolvem técnicas demoradas, utilizam vários equipamentos e reagentes, além de gerarem resíduos químicos. Desta forma, alternativas para esses fatos podem trazer benefícios tanto para as indústrias e órgãos reguladores quanto para os analistas.

O objetivo do trabalho foi avaliar a possível correlação do teste de condutividade elétrica com os parâmetros de vigor, em diferentes testes, para sementes de soja com diferentes níveis de vigor.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nas instalações do laboratório do IFRS – *Campus Sertão*, sendo que as sementes de soja utilizadas nos testes são oriundas da safra 2019/20, produzidas no município de Marau, região norte do Rio Grande do Sul. A cultivar utilizada foi a DM 5958 IPRO, classificada de acordo com os padrões exigidos na comercialização de sementes da categoria (classe) certificada II (CII), conforme a Instrução Normativa 45 de 2013 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2013).

No lote de sementes utilizado para o estudo, foram retiradas 4 amostras de 1 kg cada, para elaboração dos testes e para definir os níveis de vigor. Para estabelecer o gradiente de vigor (baixo, médio, alto e muito alto) nas amostras de acordo com a escala de França-Neto e Krzyzanowski (2018), foi realizado um pré-tratamento nessas amostras, sendo fundamentado no teste de envelhecimento acelerado, onde as amostras foram acondicionadas em câmara de germinação (BOD) à 41°C e 100% de umidade, estabelecendo os níveis de vigor como pode-se observar na Tabela 1. Para confirmar o grau de vigor destas amostras foi realizado o teste do tetrazólio.

Tabela 1. Média, número de sementes viáveis e nível de vigor em amostras de soja, estabelecido através do teste de tetrazólio em diferentes tempos de BOD.

Table 1. Average, number of viable seeds and vigor level in soybean samples, established through the tetrazolium test at different BOD times.

Tempo na BOD (horas)	Repetições (Número de sementes viáveis)				Média	Nível de Vigor
	R1	R2	R3	R4		
19	36	31	33	32	66,0%	Baixo
12	38	39	39	35	75,5%	Médio
8	46	42	45	43	88,0%	Alto
0	47	45	44	45	90,5%	Muito Alto

A metodologia usada para o teste de tetrazólio (TT) foi a descrita por França-Neto e Krzyzanowski (2018). Sendo utilizadas 4 repetições de 50 sementes, realizando o pré-umedecimento à 25° C por 16 horas envolvidas em papel germitest, passado esse período para fazer a coloração das sementes foi utilizada uma solução de tetrazólio na concentração de 0,075% sendo embebidas por 3 horas à 40° C procedendo com a lavagem das amostras em água corrente e deixando-as em copos plásticos com água destilada até o momento da avaliação. Para avaliá-las, foi utilizado uma pinça e bisturi para seccionar as sementes com uma linha longitudinal no eixo embrionário, classificando as sementes como viáveis ou inviáveis de acordo com a metodologia.

Para determinar o poder germinativo dos diferentes níveis de vigor utilizou-se a metodologia estabelecida nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) sendo realizadas 4 repetições de 100 sementes, com papel germitest, umedecido com a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, em câmara de germinação (BOD) à 25° C. Sendo as contagens de sementes germinadas ou inviáveis realizadas aos cinco (PG5) e oito (PG8) dias após semeadura como determina a metodologia.

O teste de condutividade elétrica (CE) foi realizado em 4 repetições de 25 sementes, previamente escolhidas para remover aquelas que apresentam tegumento danificado, sendo cada amostra pesada em balança de precisão, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e mantidas por 24 horas em câmara de germinação (BOD) à 20° C. Passado este tempo, a condutividade elétrica foi mensurada através de condutivímetro digital “Hanna modelo HI9835”, metodologia essa descrita por Dias e Marcos Filho (1996).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 4 repetições e para análise dos resultados foi usado o programa estatístico Assistat v7.7, utilizando o teste Tukey ao nível de 5% probabilidade.

RESULTADOS

Observa-se na Tabela 2 a análise da variância, onde pode-se constatar que os parâmetros PG5, PG8, TT e CE analisados nesse estudo foram significativos para a fonte de variação tratamento, que corresponde aos níveis de vigor das sementes de soja.

Desta forma, constata-se que sementes com vigor baixo, médio, alto ou muito alto apresentam desempenho diferente quanto as variáveis PG5, PG8, TT e CE. O coeficiente de variação dessas variáveis demonstra uma boa precisão do experimento. Segundo Pimentel Gomes (2000), coeficiente de variação experimental inferior a 10% é considerado baixo, ou seja, o experimento tem alta precisão.

Tabela 2. Análise de variância para os parâmetros PG5, PG8, TT e CE em sementes de soja da cultivar DM 5958 IPRO com diferentes níveis de vigor.
 Table 2. Analysis of variance for the parameters PG5, PG8, TT and CE in soybean seeds of cultivar DM 5958 IPRO with different levels of vigor.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		PG5	PG8	TT	CE
Blocos	3	37,42 ^{ns}	26,17 ^{ns}	28,00 ^{ns}	85,26 ^{ns}
Tratamentos	3	206,92*	106,50*	520,67*	145348,74*
Resíduo	9	14,08	9,78	8,22	40,84
Total	15				
CV (%)		4,41	3,53	3,58	1,71
Média		85,12	88,50	80,00	373,76

PG5 = Poder Germinativo aos 5 dias; PG8 = Poder Germinativo aos 8 dias; TT = Teste de Tetrázólio; CE = Condutividade Elétrica; GL = Grau de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação; ns = não significativo e * = significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro.

Ao analisar os dados do PG5, verifica-se que o nível de vigor baixo das sementes de soja apresentou menor porcentagem, diferindo estatisticamente dos níveis de vigor médio, alto e muito alto, os quais não diferiram entre si (Tabela 3). No entanto, entre esses níveis de vigor verificou-se uma variação de 6% no PG5.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros PG5, PG8, TT e CE em sementes de soja com diferentes níveis de vigor.

Table 3. Mean values of parameters PG5, PG8, TT and CE in soybean seeds with different levels of vigor.

Nível de vigor	PG5 (%)	PG8 (%)	TT (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Baixo	75 b	81 b	66 c	633,47 a
Médio	86 a	88 ab	75 b	398,78 b
Alto	87 a	92 a	88 a	245,68 c
Muito Alto	92 a	93 a	90 a	217,13 d
DMS	8,29	6,91	6,34	14,12

Média seguida pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância. PG5 = Poder Germinativo aos 5 dias; PG8 = Poder Germinativo aos 8 dias; TT = Teste de Tetrázólio; CE = Condutividade Elétrica e DMS = Diferença Mínima Significativa.

Para o PG8, observa-se um pequeno aumento na porcentagem de sementes germinadas para todos os níveis de vigor em relação ao PG5. Onde o nível baixo de vigor apresentou o maior acréscimo em pontos percentuais com relação aos demais níveis, sendo de 6%. No PG8, os níveis de baixo e médio vigor não diferenciam estatisticamente entre si, assim como, os níveis de médio, alto e muito alto vigor.

Os diferentes níveis de vigor das sementes de soja apresentaram diferença estatística para o teste de tetrazólio (TT), ou seja, quanto ao vigor. Sendo que os níveis de vigor baixo e médio diferiram entre si e dos níveis alto e muito alto. Já os níveis com maior qualidade, alto e muito alto, não apresentaram diferença.

No teste de CE, os dados obtidos demonstraram diferenças estatística entre todos os níveis de vigor das sementes de soja. Sendo constatado que lotes de sementes de soja com maior qualidade, ou seja, vigor, apresentam menor condutividade elétrica que lotes com nível de vigor inferior.

O teste de CE apresentou maior capacidade de discriminação dos níveis de vigor das sementes de soja. Principalmente em relação aos níveis com alto e muito alto vigor, que apresentaram-se igual estatisticamente quanto ao PG5, PG8 e TT.

O coeficiente de correlação simples de Pearson entre CE e os demais parâmetros analisados foram significativos, apresentando correlação negativa de alta intensidade entre CE e PG5, PG8 e TT (Tabela 4). Dessa forma, lotes de sementes de soja com baixa CE apresentam bom desempenho de PG5, PG8 e TT, resultando em qualidade fisiológica e vigor.

O parâmetro PG8, apresentou correlação significativa positiva de alta magnitude com o TT. Desse modo, lotes de sementes de soja que apresentem elevado PG8 também apresentaram bom resultados no TT, indicando boa qualidade das sementes.

Tabela 4. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis poder germinativo aos 5 dias (PG5), poder germinativo aos 8 dias (PG8), teste de tetrazólio (TT) e condutividade elétrica (CE) em sementes de soja com diferentes níveis de vigor.

Table 4. Pearson's simple correlation coefficients between the variables germination power at 5 days (PG5), germination power at 8 days (PG8), tetrazolium test (TT) and electrical conductivity (CE) in soybean seeds with different levels of force.

Variável	PG5	PG8	TT	CE
PG5	1	0,95 ^{ns}	0,90 ^{ns}	-0,95*
PG8		1	0,98*	-0,99*
TT			1	-0,98*
CE				1

ns = não significativo e * = significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste t.

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados das Tabelas 1 e 2, é possível verificar que sementes de soja com diferentes níveis de vigor apresentam desempenho divergente quanto ao PG5, PG8, TT e CE. Assim, a utilização de testes rápidos, práticos, econômicos e que proporcionem a diferenciação da qualidade da sementes, são fundamentais para obtenção de informações e consequentemente auxiliar na tomada de decisões nas diferentes etapas do processo de produção de sementes de soja.

Com os teste de PG5 e PG8, foi possível distinguir os níveis de baixo vigor dos níveis alto e muito alto. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Rossi et al. (2017) que obtiveram lotes de sementes de soja com alto e baixo vigor, apresentando germinação média de 95% e 73%, respectivamente. Conforme Carneiro et al. (2020), lotes com alto vigor favorecem os aspectos fisiológicos das sementes, ganhos em produção e produtividade na cultura da soja em 30%, em relação a lote com baixo vigor.

No entanto, estas análises não proporcionaram diferenciação dos níveis de vigor alto e muito alto das sementes de soja. Assim como, Santos et al. (2011) através do testes de germinação, não apontaram diferenças significativas entre os lotes de sementes, não possibilitando classificá-los em diferentes níveis.

Esses resultados demonstram e intensificam a recomendação e a necessidade de realização de teste de vigor na produção de sementes de soja, pois a utilização isolada apenas da análise de germinação pode não distinguir lotes com diferentes níveis de vigor. Conforme Medeiros et al. (2017) é necessário avaliar o potencial fisiológico dos lotes de sementes através de testes de vigor, possibilitando a identificação de diferenças de qualidade dos mesmos, com resultados gerados em período de tempo relativamente curto.

O teste de tetrazólio (TT) possibilitou discernir os níveis de vigor das sementes de soja melhor que o teste de germinação. Porém, de acordo com a análise estatística, os níveis de melhor qualidade não diferiram estatisticamente. Esses resultados fortalecem a importância da execução diferentes testes para determinar a qualidade

de um determinado lote de semente. Conforme Marcos Filho (2013), o uso de apenas um teste gera informações incompletas, de modo que os programas de controle de qualidade procuram identificar o potencial fisiológico das sementes com base na interpretação conjunta dos resultados de dois ou mais testes, cujos princípios se relacionem diretamente aos objetivos pretendidos. O alto vigor das sementes favorece o estabelecimento da população de plantas e potencializa o desempenho da cultura sob condições de estresse ambiental (RODRIGUES et al., 2018), contribuindo para a produção sementes de desempenho fisiológico superior (DÖRR et al., 2020).

A análise de condutividade elétrica (CE) foi a única a separar estatisticamente os níveis de vigor de qualidade superior. Esse resultado concorda com os trabalhos realizados por Smaniotto et al. (2014), Prado et al. (2015), Rampim et al. (2016) e SILVA et al. (2020). Conforme estudo desenvolvido por Sponchiado et al. (2014), o teste de condutividade elétrica é eficiente para estratificar lotes de sementes de maneira consistente.

O teste de CE avalia, indiretamente, o grau de estruturação das membranas celulares em decorrência da deterioração das sementes (ROSSI et al., 2017). A integridade da membrana celular está ligada diretamente à capacidade de liberação de solutos na solução quando as sementes são submetidas ao teste de condutividade elétrica (TAIZ et al., 2017). Assim, a quantidade de lixiviados, indica o nível de organização do sistema de membranas celulares e, indiretamente, o nível de vigor das sementes (SILVA et al., 2014). Dessa forma, quanto maiores os valores de CE, menor o vigor das sementes.

A análise de correlação entre a CE e os demais parâmetros analisados, evidenciou uma interação negativa e altamente significativa entre CE e PG5, PG8 e TT, demonstrando a potencialidade do uso do teste para o controle de qualidade das sementes. Em estudos desenvolvidos por Barbieri et al. (2013) e Dode et al. (2013) com a qualidade de sementes de soja também obtiveram correlações negativas.

Assim como, Lima et al. (2021) estudando a qualidade de sementes de soja obtiveram correlações significativas entre condutividade elétrica e germinação, ou

seja, entre qualidade e viabilidade das sementes de soja, onde a CE apresentou correlações negativas indicando a perda da qualidade das sementes avaliadas. Conforme Costa et al. (2018), sementes com maior vigor tendem a possuir valores menores de condutividade elétrica devido ao fato de estas possuírem maior integridade das membranas celulares.

Diante disso, quanto menor o valor de condutividade elétrica ou liberação de exsudatos, maior o vigor da semente, revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células. Assim como, as sementes com baixo vigor tendem a apresentar desorganização na estrutura das membranas celulares e valores de condutividade elétrica maiores.

CONCLUSÕES

Sementes de soja com diferentes níveis de vigor apresentam diferença quanto ao poder germinativo aos cinco dias, aos oito dias, teste de tetrazólio e condutividade elétrica. Assim como, sementes com maior nível de vigor apresentam melhores resultados de germinativo aos cinco dias, aos oito dias, teste de tetrazólio e condutividade elétrica.

Existe correlação negativa entre condutividade elétrica e os parâmetros de vigor da semente, na medida que aumenta a condutividade elétrica diminui o vigor. Sendo possível utilizar o teste de condutividade elétrica para avaliação dos níveis de vigor em sementes de soja.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. N. B.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G.; MELLO, V. D. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 1(2), p.153-162, 1995.
- BAALBAKI, R. Z.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; McDONALD, M.B. Seed vigor testing handbook. Ithaca: AOSA, 2009.

BARBIERI, A. P. P.; MATTIONI, N. M.; HAESBAERT, F. M.; DE ANDRADE, F. F.; CABRERA, I. C.; MERTZ, L. M. Teste de condutividade elétrica individual em sementes de soja e a relação com emergência de plântulas a campo. *Interciencia*, 38(4), p. 310-315, 2013.

BRASIL, Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 20 set. 2013. Seção I, 38p.

BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento., Brasília, p. 399, 2009.

CARNEIRO, T. H. M.; CAVALCANTE, A. G.; CAVALCANTE, A. C. P.; DE ANDRADE, G. A. V.; LIMA, N. J. C.; DE AQUINO, L. A. Efeito do vigor de sementes sobre as características fisiológicas e produtivas da soja. *Acta Iguazu*, 9(2), 122-133, 2020.

CONAB. Produção de grãos: safra 2020/21 deve ser recorde de 268.67 milhões de toneladas. Sociedade Nacional de Agricultura, out. 2020.

COSTA, E. M.; DE MORAES NUNES, B.; VENTURA, M. V. A.; ARANTES, B. H. T.; MENDES, G. R. Efeito fisiológico de inseticidas e fungicida sobre a germinação e vigor de sementes de soja (*Glycine max* L.). *Cientific@-Multidisciplinary Journal*, 5(2), 77-84, 2018.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agricola*, v. 53 (1), p. 31- 42, 1996.

DODE, J. D. S.; MENEGHELLO, G. E.; TIMM, F. C.; MORAES, D. M. D.; PESKE, S. T. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. *Ciência Rural*, 43(2), 193-198, 2013.

DÖRR, C. S.; DE ALMEIDA, T. L.; MACEDO, V. G. K.; GULARTE, J. A.; DIEL, V.; PANOZZO, L. E. Efeito do vigor e tratamento de sementes de soja com aminoácidos no desempenho das sementes produzidas. *Revista Científica Rural*, 22(1), 112-124, 2020.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Metodologia do teste de tretrazólio. In: *Metodologia do teste de tretrazólio*. 406. ed. Londrina, PR, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. (Londrina, PR). 136. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura, 2018.

LIMA, D. C. de. Avaliação do vigor e germinação de sementes de soja a partir da análise de imagens de plântulas. Orientador: Prof. Dr. Evandro Luis Linhari Rodrigues. 2015. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

LIMA, R. E.; AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M.; ALVES, C. Z.; RATKE, R. F.; NOGUEIRA, G. A.; TEIXEIRA, A. V.; DA SILVA CÂNDIDO, A. C. Qualidade de sementes de soja após a inoculação de biológicos em campo. *Research, Society and Development*, 10(4), 2021.

MARCOS FILHO, J.; DA SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. *Informativo Abrates*, 23(1), p. 21-24, 2013.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity test. In: PERRY, O. A. (Ed.). *Handbook of vigour test methods*. Zurich: ISTA, p.37-42, 1981.

MEDEIROS, M. L. S., PÁDUA, G. V. G., PEREIRA, M. D. Adaptação do teste de condutividade elétrica para sementes de Moringa oleifera. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37(91), 269-275, 2017.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*, 14^oed. Editora F. Pimentel-Gomes, 2000.

PRADO, J.; KRZYZANOWSKI, F.; OSIPI, E.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, F.; LORINI, I. Relações entre condutividade elétrica e desempenho fisiológico de sementes de soja. In Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. *Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais*. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

RAMPIM, L.; LIMA, P. R.; HERZOG, N. F. M.; ABUCARMA, V. M.; MEINERS, C. C.; LANA, M. C.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja comercial e salva. *Scientia Agraria Paranaensis*, 476-486, 2016.

RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. Desempenho de Plantas de Soja Em Função do Vigor das Sementes e do Estresse Hídrico. *Revista Científica Rural*, 20(2), 144-158, 2018.

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; DE BARROS FRANÇA-NETO; J. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. *Revista de Ciências*

Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 60(3), p. 215-222, 2017.

SANTOS, J. F. D.; ALVARENGA, R. O.; TIMÓTEO, T. S.; CONFORTO, E. D. C.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(4), 743-751, 2011.

SILVA, J. D. S.; SILVA, J. E.; VOLTOLINI, G. B. Sementes de soja: Como agregar ao seu potencial? *Campo e Negócios*, maio 2019.

SILVA, K. G. P.; OLIVEIRA, C. E. S.; SOBRINHO, R. L.; SILVA, M. V.; TIAGO, Z. O. Z. Índice de membranas degradadas como um teste de vigor em sementes de soja. *ANAIS DO ENIC*. 2020.

SILVA, V. N.; ZAMBIASI, C. A.; TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. *Revista de Ciências Agrárias*, v.37, n.2, p.206-213, 2014.

SMANIOTTO, T. A. D. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A.; DE OLIVEIRA, D. E.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 446-453, 2014.

SPONCHIADO, J. C.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M. Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia branca. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 35(4), 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Seed vigour - an important component of seed quality in Brazil. *ISTA - Seed Testing International*, n. 126, p. 21-22, 2003.