



Contemporânea

Contemporary Journal
3(11): 20797-20812, 2023
ISSN: 2447-0961

Artigo

GERMINADOR MANGELSDORF E CÂMARA DE GERMINAÇÃO TIPO B.O.D: HÁ DIFERENÇAS ENTRE GERMINADORES PARA O TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA?

MANGELSDORF GERMINATOR AND B.O.D CHAMBER: ARE THERE DIFFERENCES BETWEEN GERMINATORS FOR SOYBEAN SEED GERMINATION TEST?

DOI: 10.56083/RCV3N11-049

Recebimento do original: 02/10/2023

Aceitação para publicação: 01/11/2023

Cleverton Timóteo de Assunção

Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual de Maringá - campus Regional de Umuarama

Endereço: Estrada Paca, s/n, São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190

E-mail: ra117359@uem.br

Martha Freire da Silva

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Universidade Estadual de Maringá - campus Regional de Umuarama

Endereço: Estrada Paca, s/n, São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190

E-mail: marthafreire86@hotmail.com

Daiane Almeida Genari

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Paranaense

Instituição: Universidade Estadual de Maringá - campus Regional de Umuarama

Endereço: Estrada Paca, s/n, São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190

E-mail: daiane-genari@hotmail.com

Marcio Diego Pires

Graduado em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário Assis Gurgacz

Instituição: Universidade Estadual de Maringá - campus Regional de Umuarama

Endereço: Estrada Paca, s/n, São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190

E-mail: marciodiegop@yahoo.com.br

20797



Nayane Sganderla Sanches

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Maringá
Instituição: Universidade Estadual de Maringá - campus Regional de Umuarama
Endereço: Estrada Paca, s/n, São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190
E-mail: nayanesanches@hotmail.com

Tiago Roque Benetoli da Silva

Doutor em Agricultura pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
Instituição: Universidade Estadual de Maringá - campus Regional de Umuarama
Endereço: Estrada Paca, s/n, São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190
E-mail: trbsilva@uem.br

RESUMO: O teste de germinação é imprescindível para a comercialização e controle interno de qualidade das empresas. Ele é realizado em condições padronizadas, sendo frequentemente realizado em germinadores tipo Mangelsdorf ou em câmara de germinação tipo B.O.D. Como há certas peculiaridades nos germinadores e metodologias do teste quando executadas em cada tipo de câmara, este trabalho teve por objetivo averiguar se existe diferença no resultado do teste de germinação em sementes de soja, realizados em germinador Mangelsdorf e tipo B.O.D. Foram utilizados quatro lotes de sementes de soja das cultivares Soytech 591 I2X, Soytech 631 I2X e Credenz Result I2X. As sementes foram caracterizadas quanto à qualidade fisiológica, por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, emergência, índice de vigor e comprimento de plântulas. Em seguida, foram submetidos ao teste de germinação, que foram realizados no germinador, modelo Jprolab 5500- 6 Mangelsdorf, e na B.O.D, modelo Solab SL-225. O teste de germinação realizado em câmara de germinação tipo B.O.D, quando executado com rolos embalados em sacos de polietileno transparente, tipo picotada perfurado, pode apresentar resultado inferior ao teste executado em germinador tipo Mangelsdorf, sobretudo em lotes de sementes de soja com menor qualidade fisiológica.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L, Vigor de Sementes, Qualidade Fisiológica, Câmara Úmida, Câmara Seca.

ABSTRACT: The germination test is essential for companies' commercialization and internal quality control. It is carried out under standardized conditions, often in Mangelsdorf-type germinators or in a B.O.D-type germination chamber. As there are certain peculiarities in germinators and test methodologies when carried out in each type of chamber, this work aimed to determine whether there is a difference in the germination test results on soybean seeds carried out in a Mangelsdorf and B.O.D type germinator. Four soybean seeds lots from the cultivars Soytech 591 I2X, Soytech 631 I2X, and Credenz Result I2X were used. The seeds were characterized in terms of physiological quality, through germination, accelerated aging, emergence, vigor index, and seedling length tests. They



were then subjected to the germination test carried out in the germinator, model Jprolab 5500-6 Mangelsdorf, and in the B.O.D, model Solab SL-225. The germination test carried out in a B.O.D type germination chamber, when carried out with rolls packed in transparent polyethylene bags, perforated type, may present lower results than the test carried out in a Mangelsdorf type germinator, especially in batches of soybean seeds with lower physiological quality.

KEYWORDS: *Glycine max* L, Seed Vigor, Physiological Quality, Humid Chamber, Dry Chamber.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

1. Introdução

A soja (*Glycine max.* (L.) Merrill) é a principal cultura produzida no Brasil (Barros et al., 2023). No país, anualmente, são produzidos cerca de 154, 6 milhões de toneladas (Conab, 2023) e devido ao aumento na demanda global pelo produto, a produção e área destinada ao cultivo de soja vêm crescendo anualmente (Roquette et al., 2023). No entanto, para se obter uma boa produção e alta produtividade, é essencial a adoção de sementes de qualidade.

As sementes são um dos principais insumos agrícolas e manter a sua qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, é crucial para se obter lotes de qualidade e com potencial para formar plântulas normais, com capacidade de resistir às adversidades do campo (Marcos-Filho, 2015).

A germinação e o vigor representam a qualidade fisiológica das sementes. O teste de germinação tem grande importância para determinar a taxa de semeadura, além de ser utilizada como parâmetro na comercialização de sementes (Fina et al., 2016), buscando atender a legislação que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas. De



acordo com a instrução normativa número 45 de 2013, para fins de comercialização, o teste de germinação é um teste obrigatório e sementes de soja não podem ser comercializadas se apresentarem valor inferior a 80% de germinação (Brasil, 2013). Desta forma, o teste de germinação é um teste imprescindível para a comercialização e, para além disso, tem sido utilizado no controle interno de qualidade das empresas, em diversos momentos durante o processo de produção de sementes.

Esse teste deve ser realizado em condições padronizadas, em laboratório, sob condições consideradas ideais para a germinação da espécie (Coimbra et al., 2007). Estas condições são padronizadas para que os resultados dos testes possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados pelas regras de análise de sementes (Brasil, 2009). Para a germinação de sementes de soja, sugere-se como substrato o papel toalha ou areia; a temperatura alternada de 20 e 30 °C ou as temperaturas constantes de 25°C e 30°C; a quantidade de água entre duas a três vezes a massa do substrato; e a presença de oxigênio (Brasil, 2009). No entanto, observa-se que os trabalhos realizados com as sementes desta espécie, têm utilizado o papel *germitest*, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato, à temperatura de 25°C, com presença de oxigênio, como condições para a germinação de sementes de soja (Prado et al., 2019).

O substrato utilizado para a germinação deve, durante todo o período do teste, manter umidade suficiente para garantir que o processo de germinação ocorra de forma plena, pois a deficiência de água impossibilita a sequência dos processos bioquímicos, físicos e fisiológicos, que determina a retomada do crescimento do embrião (Selvi & Saraswathy, 2017). Entretanto, a umidade não pode ser excessiva, pois pode limitar a aeração e prejudicar a germinação (Nakajima et al., 2015).

O oxigênio é necessário para a atividade respiratória e conseqüente início do processo de germinação, que culmina com o desenvolvimento e crescimento das plântulas (Ishibashi et al., 2013). Como a atmosfera contém



oxigênio abundante, isso só se torna limitante para a germinação quando sua disponibilidade para o embrião é bloqueada ou impedida por algum fator ambiental, como por exemplo a umidade excessiva do substrato, ou condição da semente, em caso de dormência (Sano & Marion-Poll, 2021).

Para que sejam mantidas as condições ideais de germinação é imprescindível que o equipamento utilizado propicie um rigoroso controle na manutenção da temperatura, umidade e oxigênio em seu interior. Dentre os equipamentos existentes no mercado, os mais utilizados para a execução dos testes de germinação de sementes são o germinador tipo Mangelsdorf e a câmara de germinação tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand).

Estes tipos de germinadores apresentam variações de acordo com a marca e modelo do fabricante do equipamento. Entretanto, os modelos mais comuns de germinador tipo Mangelsdorf apresentam a necessidade de lâmina de água em sua base, propiciando a formação de vapor de água em seu interior, formando uma câmara úmida quando o equipamento está em uso. Este ambiente úmido favorece a manutenção de água dos substratos que envolvem as sementes, mas por outro lado, favorece a infestação de patógenos de sementes, visto que temperatura e umidade são um dos principais fatores cruciais que influenciam na incidência de fungos fitopatogênicos de sementes (Yu et al., 2022). Já as câmaras de germinação tipo B.O.D, pelo contrário, formam uma câmara seca, já que apresenta um sistema de ventilação que reduz a umidade relativa do ar em seu interior. A câmara seca apresenta como vantagem uma condição menos favorável a proliferação de fungos, entretanto há maior ressecamento do substrato e conseqüentemente de acesso à água para as sementes. Assim, quando o teste de germinação é realizado na B.O.D é comum manter os rolos de germinação em embalagem de sacos plásticos durante a condução do teste, para evitar déficit hídrico e problemas na germinação (Coimbra et al., 2007). No entanto, o tipo e espessura do saco plástico pode exercer influência sobre os resultados do teste de germinação.



Coimbra et al. (2007) avaliaram o efeito de embalagens plásticas de espessura 0,033 mm e 0,050 mm, no acondicionamento dos conjuntos de rolo de papel mais sementes, durante o teste de germinação conduzido em germinadores de câmara vertical tipo B.O.D e observaram diferenças entre os resultados. As sementes acondicionadas em rolos embalados em sacos plásticos finos (perfurados ou não) ou plástico grosso perfurado apresentaram melhor desempenho de germinação das sementes de milho doce e feijão. As sementes de soja foram mais afetadas pela espessura por plástico, sendo a melhor embalagem, o plástico fino perfurado. Assim, é importante que se atente ao equipamento e à correta metodologia a ser seguida, quando se adotar um ou outro tipo de câmara para o teste.

Visto que germinadores tipo Mangelsdorf e B.O.D são equipamentos muito utilizados para execução do teste de germinação, mas que há certas peculiaridades nos equipamentos e nas metodologias do teste quando executadas em cada tipo de câmara, este trabalho teve por objetivo verificar a existência de diferença no resultado do teste de germinação em sementes de soja, realizados em germinador Mangelsdorf e em câmara de germinação tipo B.O.D.

2. Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Estadual de Maringá - UEM, campus Umuarama - PR. Foram utilizadas sementes de soja das cultivares Soytech 591 I2X, Soytech 631 I2X e Credenz Result I2X, sendo quatro lotes de cada cultivar.

Os lotes de sementes foram submetidos a testes para a caracterização da qualidade fisiológica das sementes e, em seguida, foram submetidos ao teste de germinação, que foram realizados no germinador, modelo Jprolab 5500-6 Mangelsdorf, e em câmara de germinação tipo B.O.D, modelo Solab SL-225.



Para caracterização da qualidade fisiológica dos lotes de sementes foram realizados os seguintes testes e determinações:

Grau de umidade das sementes (U) - Foi realizado pelo método da estufa a 105 °C durante 24 horas (Brasil, 2009), utilizando-se três amostras de 50 sementes para cada lote.

Teste de germinação (G) - Foi conduzido em germinador Mangelsdorf, a 25 °C, com 4 subamostras de 50 sementes por lote. As sementes foram semeadas entre a segunda e a terceira folha de papel germitest, umedecidos com 2,5 vezes o peso do substrato seco, sendo confeccionados rolos de germinação, mantidos a 25 °C por oito dias. Foram realizadas avaliações da porcentagem de plântulas normais no quinto e no oitavo dia após a instalação do teste (Brasil, 2009).

Envelhecimento Acelerado (EA) - O teste foi conduzido com uma camada única de sementes sobre tela em caixa plástica transparente, tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água destilada (Krzyzanowski et al., 1991). As caixas foram tampadas e mantidas a 41 °C (100% UR) por 48 horas, em B.O.D (Marcos-Filho et al., 2009). Após este período, as sementes foram postas para germinar, a 25 °C, contabilizando a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a semeadura.

Emergência de Plântulas em campo (EM) - Quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em canteiro de terra de 2,5 X 5 metros. A semeadura foi realizada a uma profundidade de 3cm, sendo o espaçamento de 5 cm entre sementes na linha e de 30 centímetros entre linhas de plantio. Foram realizadas irrigações diárias. Após 12 dias da semeadura, foi contabilizado o número de plântulas emergidas e realizado o cálculo de porcentagem de emergência.

Teste de crescimento de plântulas - Cinco subamostras de 20 sementes por lote foram semeadas sobre duas folhas de papel germitest umedecidos com água destilada na proporção de 2,5vezes o peso do papel. Foram confeccionados rolos de germinação, sendo mantidos em um germinador a



25 °C, por três dias. Após este período, as plântulas foram scaneada, na impressora HP Ink Tank Wireless 416 e obtidas imagens em formato JPEG, com 300 dpi. As imagens foram processadas no software Vigor S (Marcos-Filho et al., 2009). A partir do software foram obtidos os resultados de comprimento de plântulas (CP) e de índice de vigor (IV).

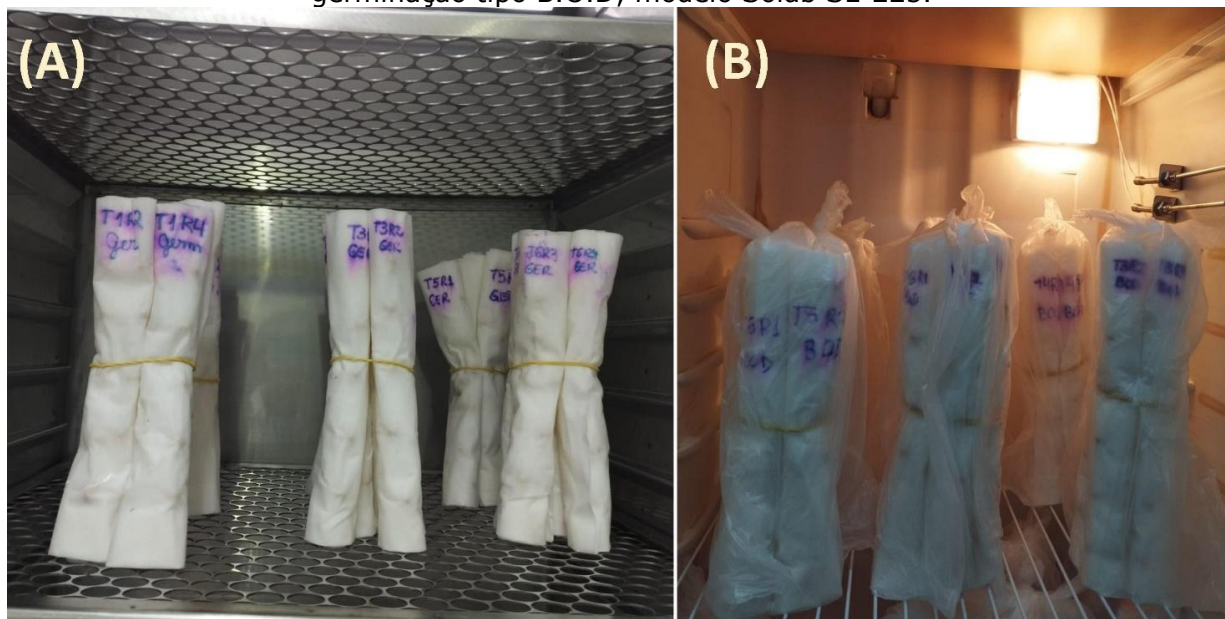
Após a execução dos testes de caracterização da qualidade fisiológica dos lotes, foram montados testes de germinação no Germinador Mangelsdorf e na câmara de germinação tipo B.O.D, conforme descrito abaixo:

Teste de Germinação no germinador modelo Jprolab 5500-6 Mangelsdorf - Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes foram semeadas entre três folhas de papel germitest, umedecidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Foram confeccionados rolos, agrupados em número de quatro, e estes mantidos em germinador, a 25 °C, durante oito dias (Figura 1A). Foram avaliadas as porcentagens de plântulas normais no quinto e oitavo dia após a instalação do teste (Brasil, 2009).

Teste de Germinação em Câmara de Germinação tipo B.O.D, modelo Solab SL-225 - Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes foram semeadas entre a segunda e terceira folha de papel germitest, umedecidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel. Foram confeccionados rolos de germinação e estes agrupados em número de quatro. Cada conjunto de quatro rolos de germinação foram embalados em sacos plásticos de polietileno transparente perfurado, tipo picotada, com dimensões de 30 x 40 x 0,0033 cm, conforme metodologia de Coimbra et al., 2007. Os rolos embalados foram acondicionados na B.O.D, a 25 °C, durante oito dias (Figura 1B). Foram avaliadas as porcentagens de plântulas normais no quinto e oitavo dia após a instalação do teste (Brasil, 2009).



Figura 1. Montagem do teste de germinação de sementes de soja. (A) Teste de germinação em germinador modelo Jprolab 5500-6 Magelsdorf. (B) Teste em câmara de germinação tipo B.O.D, modelo Solab SL-225.



Fonte: autores

Análises Estatísticas - O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados de caracterização fisiológica dos lotes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade. Os resultados do teste de germinação, realizados no germinador Mangesldorf e na câmara de germinação tipo B.O.D, foram submetidos à análise de variância e o efeito dos germinadores analisados pelo teste F, a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

As sementes apresentaram grau de umidade de $11,75 \pm 1,5$ %. Houve diferença na qualidade fisiológica dos lotes de sementes (Tabela 1).



Tabela 1. Germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência (EM) índice de vigor (IV) e comprimento de plântulas (CP) de quatro lotes de sementes de soja, dos cultivares Credenz Result I2X, Soytech 591 I2X e Soytech 631 I2X.

Cultivares	Lote	G	EA	EM	IV	CP
Credenz Result I2X	1	98 A	92 A	98 A	465 A	5,13 A
Credenz Result I2X	2	98 A	91 A	96 A	488 A	5,10 A
Credenz Result I2X	3	98 A	95 A	98 A	575 A	6,23 A
Credenz Result I2X	4	99 A	86 A	90 A	379 A	5,78 A
Soytech 591 I2X	1	100 A	95 A	100 A	460 A	4,83 A
Soytech 591 I2X	2	95 B	71 C	76 C	202 C	3,95 C
Soytech 591 I2X	3	100 A	96 A	100 A	553 A	6,30 A
Soytech 591 I2X	4	87 B	61 D	66 D	216 C	2,95 C
Soytech 631 I2X	1	100 A	72 B	89 B	559 A	6,2 A
Soytech 631 I2X	2	100 A	74 B	84 B	408 A	4,53 A
Soytech 631 I2X	3	98 A	74 B	89 B	335 B	3,95 B
Soytech 631 I2X	4	99 A	76 B	84 B	281 C	3,40 C
CV (%)		1,66	5,75	4,33	30,52	3,94

Fonte: autores

Para a caracterização da qualidade fisiológica das sementes, foram realizados os testes de germinação, envelhecimento acelerado, emergência, índice de vigor, e de comprimento de plântulas. Todos os lotes apresentaram germinação acima de 80%, valor mínimo exigido para comercialização de sementes de soja (Cruz et al., 2022). No entanto, as sementes dos lotes dois e quatro da cultivar Soytech 591 I2X foram as que apresentaram um potencial de germinação menor.

Analisando todos os testes de vigor, de maneira conjunta, foi possível agrupar os lotes de sementes em três níveis de vigor: alto (em verde), médio (em azul) e baixo (vermelho) (Tabela 1). Todos os lotes da cultivar Credenz Result I2X e os lotes um e três da Soytech 591 I2X apresentaram o maior vigor, dentre os demais lotes. As sementes dos quatro lotes da cultivar Soytech 631 I2X tiveram desempenho intermediário, enquanto os lotes 2 e 4 da cultivar Soytech 591 I2X apresentaram a pior qualidade fisiológica, comparando-se aos demais lotes.

Na qualidade fisiológica das sementes, a germinação e o vigor são os principais parâmetros avaliados (Camilo et al., 2017). Para avaliação do vigor, vários testes são utilizados pelas empresas produtoras de sementes,

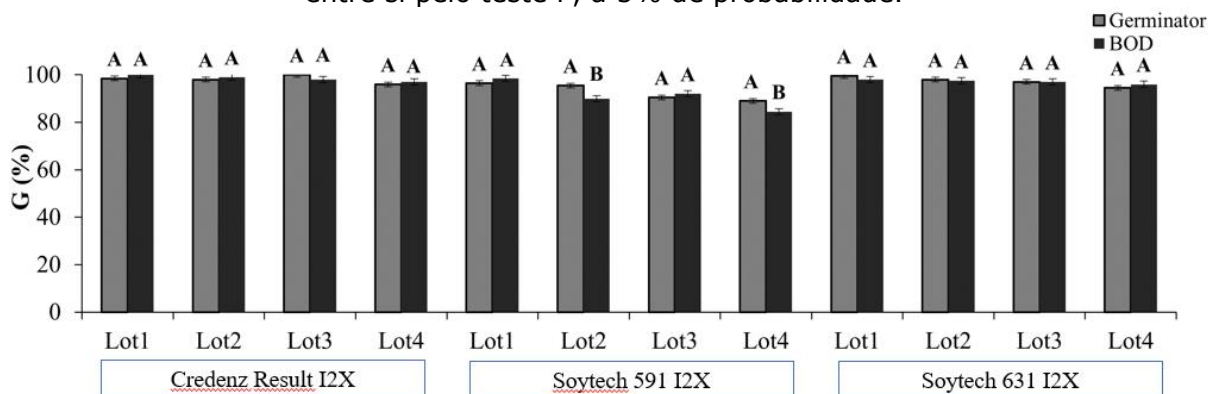


com o propósito de garantir sementes com uma alta taxa de vigor, e consequentemente ter a garantia de emergência no campo, uniformidade, plântulas vigorosas e de alto desempenho diante às adversidades (Krzyzanowski et al., 2018).

Segundo Wendt et al. (2017), dentre os testes mais utilizados para inferir o vigor das sementes, estão o envelhecimento acelerado, tetrazólio, condutividade elétrica, emergência a campo e, atualmente, a análise de imagens de sementes e plântulas, como o Software Vigor-S (Marcos-filho, 2015), que é utilizado para avaliação do crescimento e classificação do vigor das plântulas.

Portanto, sabe-se que, o uso de lotes de sementes com alta taxa de vigor, são essenciais para a garantia de um maior potencial de germinação, e por conta disso, quando as sementes foram submetidas aos diferentes tipos de câmara de germinação, observou-se que, para os lotes com alto e médio vigor, não houve diferença nos resultados do teste de germinação, nos diferentes germinadores. Entretanto, para o lote de pior qualidade fisiológica, lotes 2 e 4 da cultivar Soytech 591 I2X, o potencial de germinação expressado pelas sementes na câmara tipo B.O.D foi menor (Figura 2).

Figura 2. Porcentagem de germinação (G) de quatro lotes de sementes (Lot1, Lot2, Lot3 e Lot4) das cultivares Credenz Result I2X, Soytech 591 I2X e Soytech 631 I2X quando o teste foi realizado no germinador Mangesldorf (Germinator) e na câmara de germinação tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.



Fonte: autores



Os lotes de alto vigor apresentam vários atributos que permitem que eles germinam mesmo em condições não muito favoráveis. Por outro lado, as sementes de baixo vigor não apresentam a mesma capacidade. Assim, diante a qualquer estresse que as sementes sofram, seja no campo ou nos germinadores, em laboratórios, os lotes que apresentam um menor vigor, serão os mais suscetíveis (Soares et al., 2015), o que foi comprovado a partir dos resultados encontrados em nossa pesquisa (Figura 2).

Como a câmara de germinação tipo B.O.D cria um ambiente mais seco, a utilização de sacos plásticos auxilia na manutenção da umidade do substrato, solucionando esse entrave na germinação de sementes em B.O.D. Porém, pouco se sabe sobre a interferência do plástico no processo de respiração. Assim, acredita-se que, os sacos plásticos proporcionaram uma falta de oxigênio durante os testes, e como as sementes menos vigorosas são mais sensíveis, a redução de oxigênio, mesmo utilizando sacos plásticos de menor espessura, refletiu no processo de germinação dessas sementes.

Sabe-se que o processo de germinação é influenciado pela temperatura, luz, umidade e oxigênio. Por se tratar de um organismo vivo, o elemento é essencial para as trocas gasosas durante a respiração. Portanto, a ausência de oxigênio causa um atraso ou uma paralisação do desenvolvimento embrionário, resultando em plântulas anormais (Fernandes et al., 2018). No entanto, nota-se que a interferência da ausência de oxigênio é sentida com maior intensidade em lotes que apresentam um menor vigor, pois as sementes mais vigorosas não apresentaram atraso na germinação. Ainda, segundo Henning et al. (2010), sementes que apresentam um menor vigor, possuem uma maior variação em sua composição química, e com isso, apresentam menor velocidade de germinação e emergência, desuniformidade no lote e conseqüentemente o estabelecimento da cultura é afetado.

Com isso, fica evidente diante aos nossos resultados, a interferência do vigor na qualidade fisiológica das sementes, e que germinadores tipo



Mangelsdorf, mostraram ser os mais indicados para o teste de germinação de sementes de soja, por proporcionar umidade, temperatura, luz e oxigênio, de acordo com as exigências da cultura.

4. Conclusão

O teste de germinação realizado em câmara de germinação tipo B.O.D, quando executado com rolos embalados em sacos de polietileno transparente, tipo picotada perfurado, com dimensões 30 x 40 x 0,0033 cm, pode apresentar resultado inferior ao teste executado em germinador tipo Mangelsdorf, sobretudo em lotes de sementes de soja com menor qualidade fisiológica.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Umuarama pelo suporte prestado à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



Referências

BARROS, F.M.R.; PEDRINHO, A.; SANT'ANA, G.C.; FREITAS, C.C.G.; ROSA, M.O.; OLIVEIRA, C.M.G.; ROZADA, C.; MARTO, F.N.S.; PASCOALINO, J.A.L.; SILVA, L.A.; ANDREOTE, F.D. Plant-parasitic nematode community and enzyme activities in soils under no-till soybean crops in Brazil. *Rhizosphere*, v. 27, 2023, 100736. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100736>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa MAPA 45/2013*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 22 p.

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, 2009. 395 p.

CAMILO, G.L.; CASTELLANOS, C.I.S.; SUÑÉ, A.S.; ALMEIDA, A.S.; SOARES, V.N.; TUNES, L.V.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento após revestimento com agroquímicos. *Revista de Ciências Agrárias*, v.40, n.2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA16145>.

COIMBRA, R.A.; TOMAZ, C.A.; MARTINS, C.C. NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, nº 1, p.92-97, 2007.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2023. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Acompanhamento da Safra Brasileira, Safra 2022/23, 12º Levantamento*. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 110 p. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.

CRUZ, M.R.; SOARES, J.N.; SOARES, L.H. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja durante o processo de beneficiamento. *Revista Cerrado Agrociências*, v. 13. p. 57 – 65, 2022.

FERNANDES, T.S.; NUNES, U.R.; FILHO, A.C.; FAGUNDES, L.K.; DALCIN, J.S.; LUDWIG, E.J. Contribution to the standardization of methodologies of germination and vigor analysis of soybean seeds. *Revista de Ciências Agrárias*, v.41, n.1, p. 122-128. 2018. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17257>.

FINA, B.L.; LUPO, M.; DRI, N.; LOMBARTE, M.; RIGALLI, A. Comparison of fluoride effects on germination and growth of Zea mays, Glycine max and



Sorghum vulgare. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.96, n.11, p.3679-3687, 2016.

HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; JUNIOR, E.A.J.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Chemical composition and reserve mobilization in soybean seeds with high and low vigor. *Bragantia*, v.69, n.3, p.727-734. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000300026>.

ISHIBASHI, Y.; KODA, Y.; ZHENG, S.H.; YUASA, T.; IWAYA-INOUE, M. Regulation of soybean seed germination through ethylene production in response to reactive oxygen species. *Annals of Botany*, 111 (1). p. 95 – 102, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcs240>.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. *Circular Técnica*, v.136, n.1, 2018.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. *Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas*. Informativo ABRATES, v.1, n.2, p.15-53, 1991.

MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*. v.72, n.4, p. 363-374. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>.

MARCOS-FILHO, J., KIKUTI, A.P.; 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100012>.

NAKAJIMA, T.; SEINO, A.; NAKAMURA, T.; GOTO, Y.; KOKUBUN, M. Does Pre-Germination Flooding-Tolerant Soybean Cultivar Germinate Better under Hypoxia Conditions? *Plant Production Science*, 18(2), p. 146 – 153, 2015.

PRADO, J.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MARTINS, C.C.; VIEIRA, R.D. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. *Journal of Seed Science*, v.41, n.4, p.407-415, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n4214988>.

ROQUETTE, J.G.; ORTEGA-RODRIGUES, D.R.; PORTAL-CAHUANA, L.A.; LOBO, F.A.; HEVIA, A.; SÁNCHEZ-SALGUERO, R.; CARVALHO, H.W.P.; TOMAZELLO-FILHO, M. Environmental forensics evaluation of residual soybean sludge using trees of Brazilian savannah. *Environmental*



Nanotechnology, Monitoring & Management, v.20, 2023, 100814. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100814>.

SANO, N.; MARION-POLL, A. ABA Metabolism and Homeostasis in Seed Dormancy and Germination. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(10), 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22105069>.

SELVI, D.T.; SARASWATHY, S. Seed viability, seed deterioration and seed quality improvements in stored onion seeds: a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 93:1, p.1 - 7, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1343103>.

SOARES, M.M.; JUNIOR, H.C.S.; SIMÕES, M.G.; PAZZIN, D.; SILVA, L.J. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.45, n.4, p. 370-378. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4535357>.

WENDT, L.; MALAVASI, M.M.; DRANSKI, J.A.L.; MALAVASI, U.C.; JUNIOR, F.G.G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v.12, n.2, p. 166-171, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i2a5435>.

YU, S.F.; WANG, C.L.; HU, Y.F.; WEN, Y.C.; SUN, Z.B. Biocontrol of Three Severe Diseases in Soybean. *Agriculture*, 12(9), 1391, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12091391>.